JAHRGANG 66. 1916. HEFT 7 BIS 9.

Der Neubau des Königlichen Kurtheaters in Bad Oeynhausen.

(Mit Abbildungen auf Blatt 34 bis 37 im Atlas.)

Nachdem im Frühjahr 1910 das alte Kurhaus, in dem auch die Theatervorstellungen stattfanden, kurz nach der Eröffnung des prächtigen neuen Kurhauses ein Raub der Flammen geworden war, wurde zunächst seitens der Badeverwaltung ein Fachwerkgebäude in leichtester Bauart errichtet

Abb. 1. Hauptansicht von Westen.

und für die Theateraufführungen benutzt, da man solche in Oeynhausen als hervorragendes Kurmittel schätzt, sie daher auch auf längere Zeit nicht wohl entbehren zu können glaubte. Mit dem Bau eines der Musen würdigen neuen Hauses wurde im Spätsommer 1913 begonnen.

Der ursprünglich umfangreichere, im Ministerium der öffentlichen Arbeiten aufgestellte Entwurf mußte auf Veranlassung der Finanzverwaltung erheblich eingeschränkt werden. Die von der Badeverwaltung gewünschte Anzahl der Sitzplätze wurde schließlich um fast 30 vH. herabgesetzt.

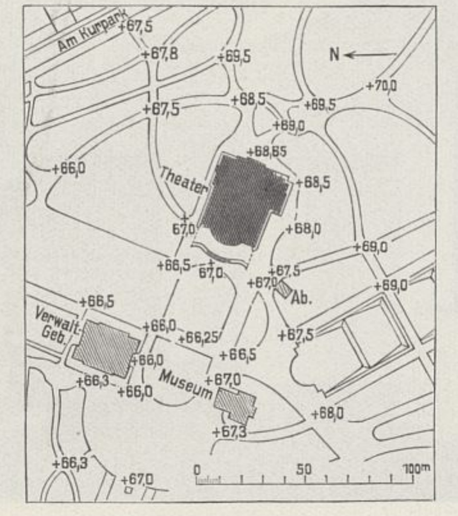


Abb. 2. Lageplan.

Der Neubau ist ungefähr an der Stelle des alten Kurhauses, aber zur Erzielung einer günstigeren architektonischen Wirkung etwas höher liegend und vom Wege weiter abgerückt, inmitten des Kurparks errichtet (s. den Lageplan Text-Abb. 2). Für die Grundrißanordnung und Platzverteilung mußte besonders damit gerechnet werden, daß in Oeynhausen ein großer Teil der kranken Kurgäste oft in seiner Beweglichkeit stark beeinträchtigt ist. Besondere Vorsorge war für solche Theaterbesucher zu treffen, die den Rollstuhl nicht verlassen können. Sie haben völlig gesonderte Plätze und Ausgänge erhalten. Diese Plätze sind, um den Inhabern bei Feuersgefahr möglichste Sicherheit zu gewährleisten, im Erdgeschoß in weitester Entfernung von der Bühne und mit sieben besonderen Ausfahrten aus dem Zuschauerraum zur Vorhalle angeordnet. Von dieser aus führen dann drei breite Ausgänge ohne jede Stufe unmittelbar ins Freie; die Anbringung von Windfängen erschien bei der Bestimmung des Theaters als Sommerbühne entbehrlich. Die Besucher des Erdgeschosses und des Ranges haben besondere Ausgänge rechts und links von der Vor- und Kassenhalle. — Für den Rollstuhlverkehr sind an der Vorderfront zu seiten der breiten Freitreppe flache Rampen angeordnet. — Die Nebenräume des Zuschauerhauses, Kassenhalle, Seitengänge, Treppen zum Rang und Wandelhalle (Foyer) sind auf das unbedingt erforderliche Maß eingeschränkt. Das Erdgeschoß (Abb. 4 Bl. 36) enthält 202 Reihenplätze und 26 Rollstuhlplätze in sieben durch Schnüre getrennten Abteilungen, zusammen 228 Plätze. Der Sperrsitz (zunächst der Bühne) ist durch sechs Gänge in Gruppen von je zwei Sitzen geteilt, um in ihrer Beweglichkeit beschränkten Theaterbesuchern die Erreichung ihres Platzes zu ermöglichen, ohne daß Nachbarn und andere Platzinhaber derselben Reihe gestört werden und aufstehen müssen. Im Rang (Abb. 5 Bl. 36) sind 72 Reihenplätze und 56 Stuhlplätze in 13 Abteilen, zusammen 128 Plätze angeordnet. Das Theater faßt also insgesamt 356 Personen, abgesehen von den Begleitern der Rollstuhlfahrer, für welche nach Bedarf lose Stühle hingestellt werden.

Die Breite der Bühnenöffnung beträgt 8 m. Die Bühne selbst hat 16 m Breite und 14 m Tiefe. An den eigentlichen Bühnenraum schließt sich eine Hinterbühne zur Erzielung

größerer Tiefe bei einzelnen Bühnenbildern und als Abstellraum. — Die an der Südseite angeordnete Seitenbühne reicht in der Höhe durch zwei Geschosse. Seitenbühne sowohl als Hinterbühne sind mit fahrbaren Bühnenwagen für die Aufstellung der Bühnenbilder ausgestattet (s. hierüber Einzelheiten weiter unten), was gerade für Oeynhausener Verhältnisse wegen der im Interesse der Kranken wünschenswerten möglichsten Kürzung der Akt- und Auftrittpausen erhebliche Vorteile bietet, da an der Zusammenstellung des Bühnenbildes während des Spielens gearbeitet werden kann. Auch ist bei solcher Anlage eine bessere Ausnutzung der Arbeitskräfte in dem verhältnismäßig kleinen Betriebe möglich und von Bedeutung. — Auf derselben Seite wie die Seitenbühne befinden sich die Räume für den technischen Bühnenbetrieb, das Kulissenlager, die Werkstätten für Tischler und Schlosser, die Räume für die Heizung und Lüftung, der Malersaal usw.; an der entgegengesetzten Seite der Hauptbühne liegen in drei Geschossen die Umkleideräume für die Schauspieler und den Chor, die Zimmer für die Bühnenleitung, sowie im Untergeschoß die Räume für die Bühnengeräte und die Musiker. Der letztgenannte Raum, der gleichzeitig als Stimmzimmer dienen kann, steht durch einen Flur mit dem in gleicher Höhe liegenden versenkten Orchester in Verbindung (Abb. 3 Bl. 36). Durch diese Anordnung wird das unangenehme Geräusch beim Stimmen vom Zuschauerhause möglichst abgehalten. — Der Dachboden über den Umkleideräumen, wie auch über der Hinterbühne, dient als Lagerraum für Kleider usw.

Das Gebäude ist entsprechend den baupolizeilichen Vorschriften durchweg massiv ausgeführt, die Grundmauern in Stampfbeton, das aufgehende Mauerwerk aus Ziegeln, die Decken, die tragenden Bauteile der Rangplätze und andere besonders stark belastete Bauteile in Eisenbeton; nur die Sparren des eisernen Dachstuhls, ein Teil der Pfetten und die Bühnenfußböden sind aus Holz hergestellt. Die in Drahtputz ausgeführte Kassettendecke des Zuschauerraumes ist an dem eisernen Dachstuhl aufgehängt.

Die Architektur des Äußeren ist in Barockformen entworfen (Text-Abb. 1 und Bl. 34 u. 35). Die Außenflächen sind über einem Werksteinsockel mit Terranova verputzt worden; die Architekturgliederungen der Vorderfront und eines kleinen Teiles der Seitenfronten sind in Thüringer Muschelkalkstein, die Gliederungen der übrigen Fronten aus Ersparnisrücksichten in Muschelkalkputz, steinmetzmäßig bearbeitet, hergestellt. Die Kuppel über der Wandelhalle (Foyer) bildet ein wirksames Gegengewicht zu dem hochragenden Bühnenhaus, mit dessen steileren Dächern das niedrige Satteldach des Zuschauerhauses in Übereinstimmung gebracht werden mußte. Da die Form der Kuppel über die eigentliche Zweckform hinausgeht, so trägt sie zu dem festlichen Gepräge des Hauses wesentlich bei. — Reicherer Schmuck ist auf die Vorderfront — die Pilasterkapitelle, Hallenfenster, die Vasen auf der Attika und die schmiedeeisernen vergoldeten Balkongitter — beschränkt, während die übrigen Ansichten durchweg höchst einfach gehalten sind, so daß die Wirkung des Gebäudes vorwiegend durch die Gruppierung der Massen und die Farben des Muschelkalksteins, des silbergrauen Putzes und der schiefergrauen Biberschwanzdeckung der Dächer und der Kuppel erzielt wird, die mit dem Grün der Bäume und der Rasenflächen gut zusammenstimmen.

Das Innere des Gebäudes weist ebenfalls einfache strenge Formen auf. Die beschränkten Mittel zwangen zu ernstem Haushalten; doch ist es gelungen, den Eindruck der Nüchternheit zu vermeiden. Die Nebenräume des Zuschauerhauses sind nur durch die in gelben Kunstmarmor hergestellten Rangtreppen (Text-Abb. 3), welche vergoldete schmiedeeiserne Gitter und Läufer aus grünem und schwarzem Plüsch erhalten haben, hervorgehoben. Die in der Grundfläche etwas beschränkte Wandelhalle im Ranggeschoß (Text-Abb. 4) ist durch die Seidenstoffbespannung der Wände, auf deren Ton die Farben der Einrichtungsstücke des Raumes abgestimmt wurden, von anheimelnder Wirkung. Eine Steigerung in der Durchbildung hat der Zuschauerraum erfahren, für den mit Absicht eine heiter-festliche Stimmung im Hinblick auf die meist kranken Theaterbesucher erstrebt wurde (Bl. 37). Der Farbe ist eine größere Rolle zugeteilt; Grau und Altgold sind die Grundtöne. Die Wände sind im oberen Teil mit Leinenstoff bespannt und mit Käsefarben in aufgeteilten Feldern bemalt; der untere Teil hat Bespannung aus grauem Cordstoff erhalten. Die Kassettendecke, die Rangbrüstungen und die Bühnenumrahmung sind in Stuck ausgeführt und teilweise reich vergoldet. — Ein prächtiger Kronleuchter aus Bronze und Glas bildet den Hauptschmuck des Raumes.

Die Ausmalung des Zuschauerhauses lag in der Hand des Malers Hermann Habs jun. in Dortmund.

Heizung. Das Gebäude ist mit einer Niederdruckdampfheizung versehen. Der erforderliche Dampf wird der Hochdruckdampfleitung des Bades entnommen und mittels Fernleitung herübergeführt. Unmittelbar hinter dem Hochdruckabsperrventil ist ein Druckumwandlungsventil eingebaut, in dem der Hochdruck, der mindestens vier Atmosphären betragen muß, auf Niederdruckdampf von 0,1 Atmosphäre herabgemindert wird. Mit diesem Druck arbeitet nun die ganze



Abb. 3. Treppe zum Rang im Seitenflur.



Abb. 4. Wandelhalle (Foyer) im Obergeschoß.

Anlage, und zwar können nach Bedarf einzelne Gebäudeteile gruppenweise beheizt werden durch auf dem Verteiler angebrachte Absperrschieber. Schieber Nr. 1 betätigt die Gruppe: Heizkammer, Nr. 2: Zuschauerraum, Nr. 3: Zuschauerhaus (ausschließlich Zuschauerraum), Nr. 4: Bühnenhaus. Jede Gruppe kann also für sich beliebig an- und abgestellt werden. Damit ist erreicht, daß zu verschiedenen Tageszeiten diejenigen Gebäudeteile beheizt werden können, die gerade benutzt werden sollen, wie beispielsweise das Bühnenhaus zu Vormittagsproben. Ein noch zwischengebautes Sicherheitsventil verhindert unter allen Umständen einen Überdruck in der Niederdruckrohranlage. Die Dampfverteilungsleitungen sind an der Decke des Kellers und, wo ein solcher nicht vorhanden ist, in Fußbodenkanälen und im Warmluftkanal, die Rückleitungen für das Dampfwasser sind teils ebenso, teils über dem Fußboden im Untergeschoß der rechten Bühnenseite verlegt. — Die Entlüftung der ganzen Heizanlage erfolgt durch die Dampfwasser-(Kondens-)Leitung.

Die Heizkörper bestehen zum Teil aus gußeisernen Rippenröhren, zum Teil aus gußeisernen glatten Radiatoren auf Kragstützen. Im Kellergeschoß sind sie an den Innenwänden, im Erdgeschoß und ersten Obergeschoß teils in den Fenster- teils in Wandnischen, im zweiten Obergeschoß in den Fensternischen, teils an den Innenwänden, im dritten Obergeschoß nur an den Innenwänden angeordnet. Die Wärmeabgabe der Heizkörper wird durch doppelt einstellbare Ventile in den Dampfzuleitungen geregelt.

Die Heizung ist für —15° Außentemperatur für alle Räume außer dem Zuschauerraum, für diesen auf —20° Außentemperatur berechnet. Dabei sind Raumtemperaturen in Aussicht genommen von +20° für die Flure, die Kassen- und Wandelhalle und die Ankleideräume, +18° für die sämtlichen anderen Räume, +15° in den Aborten.

Lüftung. Für die Lüftungsanlage ist eine besondere Heizkammer mit Mischluftschieber und ein mit Elektromotor unmittelbar gekuppelter Ventilator angeordnet. Da die Heizfläche für die Erwärmung des Zuschauerraumes hauptsächlich in der oben unter Nr. 1 erwähnten Gruppe „Heizkammer" liegen, so müssen sie an kalten Tagen so wie so während der Vorstellung in Betrieb genommen werden. Es wird also Schieber 1 angestellt; damit werden die gesamten Heizkörper von Dampf durchströmt. Gleichzeitig wird durch langsames Einschalten der Ventilator angetrieben. Der Mischluftschieber hinter der Heizkammer ist herabgelassen, so daß die untere Luftöffnung geschlossen, die obere geöffnet ist. Auf diese Weise wird die von außen entnommene frische und in der Heizkammer vorgewärmte Luft durch die Kanäle in den Zuschauerraum gedrückt.



Abb. 5. Kassenhalle im Erdgeschoß.

Die Prüfung und Feststellung der Wärmegrade im Zuschauerraum während der Vorstellungen geschieht durch eine Fernthermometeranlage, die im Regulierraum angebracht ist. Sind die Wärmegrade zu hoch, so wird durch Ziehen des Mischschiebers die obere (Warmluft-)Öffnung verkleinert, die untere (Kaltluft-)Öffnung gleichzeitig vergrößert und so eine Mischung der warmen Luft ermöglicht. Diese kann auch äußerstenfalls ganz ausgeschieden, also nur kalte Luft in die Kanäle gedrückt werden. Dann wird die Heizkammer mittels Schieber 1 abgestellt. Meistens wird dies während der Sommermonate der Fall sein, also die Heizkammer gleichsam als Kühlraum dienen. Der Mischschieber ist dann hochgezogen, und die kühle Abendluft wird durch den elektrisch angetriebenen Ventilator unmittelbar in den Zuschauerraum gedrückt.

Die elektrische Anlage. Das Theater ist an die elektrische Licht- und Kraftanlage des Bades, sowie an das städtische Wasser-

zuleitungs- und Entwässerungsnetz angeschlossen. Die Versorgung mit elektrischer Kraft erfolgt durch das Hauptwerk der Königlichen Badeverwaltung, eine Gleichstrom-Dreileiter-Anlage 2·110 Volt, mit geerdetem Nulleiter. Das von der Hauptstelle kommende Kabel führt im Kellergeschoß unter der Hinterbühne nach der Zählertafel, auf der sich außer dem Zähler eine Hauptsicherung und ein Hauptschalter befinden. Die beiden kleinen Sicherungen auf der Zählertafel sind für die Außenbeleuchtung bestimmt und vor dem Zähler abgezweigt. Unmittelbar vor der Zählertafel befindet sich eine Hauptschalttafel, die auf dem unteren Teil Schalter und Sicherungen für die Hauptabzweige trägt. Auf der oberen Hälfte der Tafel sind Schalter, Sicherungen und Apparate für die Notbeleuchtung angebracht. Von dieser Tafel zweigen folgende Hauptleitungen ab: Zu den Bühnennebenräumen, Vorderhaus links, Vorderhaus rechts, zur Bühnenschalttafel und Batterie, zum Ventilator. — Unmittelbar am Eingang zum Direktorzimmer befindet sich eine Verteilungstafel, von der sämtliche Nebenräume des Bühnenhauses vom Keller bis zum Dachgeschoß versorgt werden. Die gesamte Beleuchtung im Bühnenhause selbst ist an die Bühnenschalttafel, die neben dem Bühnenregler steht, angeschlossen. Im Erdgeschoß, unter der Treppe, rechts und links, befindet sich je eine kleine Verteilungstafel für die Beleuchtung der Räume außerhalb des Zuschauerraumes. Die Beleuchtung des Zuschauerhauses ist stellbar und wird von der Bühnenhauptschalttafel, die, wie oben bereits erwähnt, neben dem Regler steht, gespeist. Die Bühnenhauptschalttafel ist rechtwinklig zum Bühnenregler angebracht, so daß ein bequemes Arbeiten ermöglicht ist. Auf der Schalttafel befinden sich, außer den bereits erwähnten Sicherungen für die allgemeine Bühnenbeleuchtung, ein Hauptschalter für die gesamte einstellbare Beleuchtung, Sicherungen für die Bühnenhimmel usw. (Soffitten) und Rampenkörper, ferner Hauptschalter und Sicherungen für besonders starke Beleuchtungswirkungen (Effekte). Von der Bühnenhauptschalttafel führt je eine Hauptleitung nach dem Kellergeschoß links und rechts zu den Verteilungstafeln für einfarbigen und dreifarbigen Versatz, sowie für besondere Beleuchtungswirkungen.

An diese Tafeln sind angeschlossen:

4 Anschlußdosen für den dreifarbigen Versatz,
4 „ „ „ einfarbigen Versatz,
4 „ „ besondere Lichtwirkungen (Effekte).

Ferner befinden sich auf diesen Tafeln die Hauptsicherungen für die Verteilungstafel auf dem Arbeitsumgang. Es sind dies zwei kleine Tafeln mit je einem Stromkreis für einfarbigen Versatz und besondere Beleuchtungswirkung.

Für die Notbeleuchtung ist eine Sammlerbatterie, bestehend aus 2·18 Elementen aufgestellt. Die Ladung erfolgt von der Hauptschalttafel aus unter Vorschaltung eines Ladewiderstandes, wobei die Ladung mit etwa 80 Volt einsetzt und mit 110 Volt beendet ist. Entsprechend den ministeriellen Bestimmungen über Notbeleuchtung in Theatern sind zwei Batterien vorhanden und in Dreileiterschaltung angeordnet. Von der Hauptschalttafel führen vier Notstromkreise nach der Bühne und den Bühnennebenräumen, während für die Notbeleuchtung des Zuschauerhauses eine kleine Verteilungstafel mit vier Stromkreisen rechts neben der Bühnenschalttafel angeordnet ist. — Da zwei benachbarte Notlampen in der Aufstellung an zwei verschiedenen Batteriehälften liegen, so ist bei etwaigem Schadhaftwerden einer Batterie oder Hauptleitung immer noch die andere in Tätigkeit, wodurch einwandfreie Betriebssicherheit gewährleistet ist.

Für Heizgeräte sind neun besondere Stromkreise zum Anschluß von sieben Doppelbrennscherenwärmern, ein Schneiderbügeleisen und ein Leimwärmer vorhanden. Die Sicherungen für diese Anlagen befinden sich beim Eingang des Direktorzimmers.

Mit besonderer Sorgfalt sind die vorgeschriebenen Feuerschutzeinrichtungen ausgeführt. (Näheres darüber siehe weiter unten.) — Hier sei noch außer den dort behandelten Einrichtungen eine treffliche elektrische Feuermelder- und Lärmanlage besonders erwähnt. Sie besteht aus sechs Schleifenleitungen, in denen je ein Feuermelderstromschließer angebracht ist, und einer besonderen Lärmschleife, in der die elf Lärmwecker liegen. Alle Leitungen werden ständig mittels eines kleinen Ruhestroms überwacht, so daß sich jede auftretende Störung sofort selbttätig im Kraftwerk anzeigt. Hier besteht die Anlage aus einem Klappenschrank, der für jeden Melder eine Fallklappe besonderer Bauart mit Stromschließeinrichtung hat. Außerdem sind auf dem Werke ein Wecker zum Anzeigen auftretender Störungen und ein zweiter Wecker zum Anzeigen der Feuermeldungen angebracht. An dem Klappenschrank kann außerdem bei Vorhandensein eines städtischen Feuermeldenetzes ein Hauptfeuermelder angeschlossen werden, der zum Ablauf kommt, sobald in dem Nebenkraftwerk eine Feuermeldung einläuft.

Die Feuermelderstromschließer sind in ein rundes, rotlackiertes Holzgehäuse mit verschließbarer Tür eingebaut. In der Tür befindet sich eine auswechselbare Glasscheibe, durch deren Zerschlagen der Druckknopf freigelegt wird. Der Knopf kann also nicht durch Unvorsichtigkeit in Tätigkeit gesetzt werden, sondern nur nach Zerschlagen der Glasscheibe. — Die Schließervorrichtung ist für Ruhestrombetrieb eingerichtet. Der Melder enthält die Aufschriften „Feuermelder“, „Glas einschlagen“, „Knopf drücken“.

Die Lärmwecker sind in einem Holzgehäuse mit Nußbaumschutzkasten eingebaut und mit hohem Widerstand versehen. Sie sind alle parallel in die Leitungen eingeschaltet.

Die Melderschleifen münden im Kraftwerk und sind hier über je eine Fallklappe geführt. Die Elektromagnete der Fallklappen stehen also ständig unter Strom und halten ihre Anker angezogen. Der Anker betätigt einen Hebel mit Doppelsperrnase, durch welche die Fallklappe hochgehalten wird. Ferner ist am Wecker eine Stromschlußvorrichtung vorgesehen, die den Wecker zum Anzeigen der Störungen einschaltet. Durch das Fallen einer Klappe wird außerdem eine Umschaltevorrichtung betätigt, die einen Stromkreis öffnet und schließt. Hierdurch werden die Dauerlärmwecker eingeschaltet; auch kann die Auslösung eines etwa angeschlossenen Hauptfeuermelders erfolgen. Bei einer Störung in der Schleife läßt der betreffende Elektromagnet seinen Anker los, die Fallklappe fällt etwas vor; gleichzeitig wird der Störungswecker eingeschaltet. — Bei der Feuermeldung hingegen, die durch Öffnen und Wiederschließen der Leitungen durch den Druckschließer erfolgt, kommt die Klappe ganz zum Abfallen und schaltet die Lärmwecker im Kraftwerk und in einer besonderen Schleife ein.

Der Ruhestrom in der Schleifenleitung beträgt etwa 15 bis 20 Milliampere. Zum Betrieb dient eine Batterie aus Primär-Elementen. Diese müssen jeden Tag umgeschaltet werden. Der Umschalthebel sitzt im Klappenschrank und kann durch die seitlich angebrachte Öse von außen bedient werden. Die Leitungen sind sämtlich in verbleiten Röhren verlegt.

Die technische Einrichtung des Bühnenhauses ist nach den Grundsätzen und Richtlinien ausgeführt, die für eine neuzeitliche Bühne Geltung haben; sie übertrifft daher in dieser Beziehung manche größere ältere Bühne. Sie soll deshalb in Folgendem noch in ihren Hauptzügen etwas weiter erläutert werden. Als Grundlage für die Einrichtungen der Bühnenmaschinerie dient die sogenannte Zugausteilung; sie ist in sechs Gassen eingeteilt. Die Nullgasse enthält den eisernen Vorhang, zwei Aktzüge, einen Beleuchtungszug und einen Prospektzug, während die übrigen fünf Gassen aus je einem Beleuchtungszug und fünf oder sechs Prospektzügen bestehen; in der ersten und dritten Gasse ist außerdem je eine Gitterzugvorrichtung mit Gitterträgern für schwere Dekorationen vorhanden. Hierdurch ist die Einteilung des Bühnenbodens und der Untermaschineneinrichtung bestimmt.

Die Untermaschinen. Der Bühnenboden hat in den Gassen eins, zwei, drei und fünf je eine Kassettenklappe. Hiervon sind jedoch vorerst nur die in der ersten und in der dritten Gasse angebrachten Klappen mit sämtlichen Bewegungsvorrichtungen geliefert; bei den übrigen beiden Gassen können sie späterhin leicht eingebaut werden. Die Kassettenklappen können sowohl in einzelnen Tafeln als auch in ihrer Gesamtlänge von 12 m mechanisch geöffnet werden. In geschlossenem Zustande sind sie stets verriegelt. Zwischen den beiden ersten Kassettenklappen sind zwei feststehende Handversenkungen angeordnet, die zum Versenken oder Heben einer Person bestimmt und mit den entsprechenden Handwinden und Senkbremsen ausgerüstet sind. Die Handversenkungen lassen eine Versenkungstiefe von 2 m unter Bühnenboden zu und können bis in Bühnenhöhe eingefahren werden. Im Bühnenboden befindet sich über jeder Versenkung eine herausnehmbare Tafel. Der Versenkungstisch hat eine Größe von 0,70 zu 0,70 m. Zwischen den beiden hinteren Kassettenklappen sind zwei erhöhte Auftritte von je 10 m Länge und 1,50 m Breite angeordnet, welche für eine Nutzlast von 2000 kg berechnet sind. Diese Auftritte (Podien) können 1 m über Bühnenboden und 2 m unter Bühnenboden eingefahren und stufenweise nach dem jeweiligen Gebrauche verriegelt werden. Die Verriegelung über dem Bühnenboden kann in Abständen von 20 cm, entsprechend den Treppenstufen, und unter dem Bühnenboden in Abstufungen von 40 cm geschehen. Die Bewegung der beiden Auftritte erfolgt durch zwei Handwinden, deren jede mit gefrästen Rädern, gedrehten Seiltrommeln und Handkurbeln versehen ist. Außerdem hat jede Winde eine Schwunggeschwindigkeitsbremse, die ein zu schnelles Herunterlassen der Auftritte verhindert. Sollen die Auftritte gleichzeitig gehoben werden, so lassen sie sich mittels einer Gallschen Kette verkuppeln.

Der feste Teil der Untermaschinenanlage ist in Eisen ausgeführt; er besteht aus den U-Eisensäulen und Deckenträgern mit den nötigen Querverbänden. — Der Bühnenboden ist mit allseitig gehobelten, besten gespundeten Kiefernbohlen abgedeckt und hat auf der unteren Seite einen polizeilich vorgeschriebenen Feuerschutzanstrich erhalten.

Für die Seitenbühne ist ein Wagen von 9×6 m Grundfläche geliefert. Er hat in der Mitte Führungsrollen, die in einen freifahrtähnlichen Schlitz eingreifen, wodurch ein genaues Einfahren auf die Mitte der Bühnenöffnung gewährleistet wird. Die anderen Tragrollen sind vollkommen lenkbar und gestatten eine leichte Bewegung.

Für die Hinterbühne ist ein ähnlicher, aber zerlegbarer Wagen von einer Größe von rund 30 qm vorhanden, bei welchem die vorerwähnten Führungsrollen fortfallen, da der Wagen und seine Teile auch zur Beförderung von Dekorationen über die ganze Bühnenfläche hinweg verwendet werden soll. Beide Bühnenwagen haben eine Konstruktionshöhe von nur 0,20 m.

Feste Obermaschinen. Zur Bedienung der Züge sind zwei Arbeitsböden auf der rechten Seite des Bühnenhauses angeordnet. Sie gestatten ein leichtes Auflegen der Gegengewichte der einfachen sowie der gekoppelten Züge. Auf der gegenüberliegenden Seite ist ebenfalls ein Boden vorgesehen, der in erster Linie zur Aufnahme der Geräuschmaschine dient. An der hinteren Wand befinden sich zwei Laufstege, die teils die Böden untereinander verbinden, teils eine Besteigung des Rollenbodens vermittels der Steigeleitern gestatten. Ein weiterer Laufsteg ist als Beleuchtungsbrücke über der Bühnenöffnung angeordnet und ebenfalls mit den Böden durch kleine Treppen verbunden. Der Rollenboden ist aus ⊓-Eisen zusammengesetzt und dient zur Verlagerung der Einzel- und der Sammelrollen. Um die Rollen gut schmieren zu können, sind sechs Schmierstege mit einseitigem Geländer zwischen den einzelnen Gassen angeordnet. — Der Rollenboden sowie die Laufstege und Arbeitsböden sind am Dachstuhl vermittels Zugstangen aufgehängt. Die Böden und Laufstege sind mit 30 mm starken, allseitig gehobelten Kiefernbrettern mit etwa 20 mm Spielraum abgedeckt.

Bewegliche Obermaschinen. Wie bereits eingangs erwähnt, sind in der Hauptbühne zusammen dreißig Prospektzüge, fünf Beleuchtungszüge, zwei vollständige Gitterzüge, zwei Aktvorhänge und ein Lastenzug vorgesehen. Von diesen mußten einige wegen der zum Umkleidehause führenden Tür als Doppelzüge ausgeführt werden, so daß die Gegengewichte und Seile den Durchgang nicht behindern. Die Zugseile der Prospektzüge gehen bis auf den Bühnenboden und werden dort mittels einer Spannrolle festgehalten. Jeder dieser Züge besteht aus einer Hauptrolle, drei Einzelrollen, einer Laststange von 11 m Länge mit drei verstellbaren Ösen und Gegenmuttern. Von diesen Ösen führen 5 mm starke Drahtseile aus Patenttiegelgußstahl über die Einzelrollen zur Hauptrolle und sind hier mit der Gegengewichtsstange verbunden. An dieser letzteren greift auch das vorerwähnte Zugseil an. Um zu vermeiden, daß durch Abstellen der Dekorationen die Züge in Unordnung geraten, ist ein Schutzgitter mit Drahtnetz von 50 mm Maschenweite bespannt, und ferner zum Abstoppen der Züge ein Geländer auf der Bühne angeordnet. — Zur Beförderung von Dekorationen nach dem Lagerraum ist ebenfalls ein stärkerer Prospektzug bestimmt, dessen Laststange Einlegehaken erhält. Außerdem sind noch an der Hinterbühne drei Handzüge ohne Gegengewichte angeordnet. Einer der beiden Aktvorhänge ist als geteilter Vorhang ausgebildet.

Die Bewegung dieses Zuges geschieht ähnlich wie die einer Zuggardine, die aber an sauber gedrehten Rollen hängt und auf einer Führungsschiene läuft.

Feuerschutzvorrichtungen. Zum Schutze des Zuschauerraumes ist das Bühnenhaus mit einem eisernen Vorhang abgeschlossen. Er besteht aus einem eisernen Gerippe mit Wellblechverkleidung und ist, den ministeriellen Vorschriften entsprechend, für einen Überdruck von 45 kg auf 1 qm berechnet. Seitlich läuft der Vorhang in fast rauchdichten Führungen; oberhalb der Bühnenöffnung ist er durch eine sogenannte Sandschiene abgedichtet. Die Auf- und Abwärtsbewegung geschieht durch eine Handwinde mit einer Schwunggeschwindigkeitsbremse, Patent Stauffer-Meggy, die so eingestellt wird, daß die Geschwindigkeit beim Herunterlassen 0,25 m in der Sekunde nicht übersteigt. Ein hartes Aufsetzen des Vorhanges auf den Bühnenboden wird durch einen Luftpuffer verhindert. Das Herablassen kann einmal an der Winde selbst und dann an verschiedenen Stellen inner- und außerhalb der Bühne durch Züge bewerkstelligt werden.

Unterhalb des Rollenbodens bzw. der Arbeitsböden ist eine Regenvorrichtung angelegt. Sie besteht aus dem Verteilungsrohrnetz und den Streudüsen, Patent Opländer, und verbürgt eine vollständige Bestreichung der gesamten Bühnenfläche. Die Wasserzuführung geschieht durch zwei Steigerohre, die an zwei Stellen, deren eine innerhalb, die andere außerhalb des Bühnenhauses liegt, durch Absperrschieber betätigt werden können. Die Überwachung der ständigen Betriebsfähigkeit der Anlage wird durch Signalrohre ermöglicht, die von oben zu dem Absperrschieber hin geführt sind.

Die Rauchabzugsanlage besteht aus sechs in den Seitenwänden des Bühnenhauses angelegten Fenstern, die sowohl von der Bühne aus, als auch von einem außerhalb derselben gelegenen Punkte durch einen Handgriff geöffnet werden können. Geschlossen werden diese Fenster mittels einer Handwinde. Außerdem ist eine Rauchklappe in der hinteren Dachfläche mit rund 10 qm Fläche hergestellt. Diese Klappe wird mittels eines Seilzuges bewegt; ihre Öffnung ist auch von mehreren Stellen aus möglich. Die Schließung geschieht ebenfalls mittels Handwinde. Die Rauchklappe ist mit Drahtglas eingedeckt und in ihrer Bauart so niedrig gehalten, daß sie über die Dachebene möglichst wenig hervortritt, also im Äußeren nicht störend wirkt.

Baukosten. Die Baukosten des Theaters betragen rund:

A.	Für das Hauptgebäude	265000 Mark
B.	die Nebenanlagen	5500 „
C.	die Betriebseinrichtung (Maschinen u. dgl.)	56000 „
D.	die Möbel und Einrichtungsgegenstände .	21500 „
E.	die Beleuchtungskörper	8500 „
F.	den sogenannten „Fundus“	19500 „
	zusammen	376000 Mark,

für den Sitz oder Rollstuhlplatz also durchschnittlich rund 1000 Mark.

Da das Gebäude rund 13440 cbm umbauten Raumes enthält, betragen die Baukosten für 1 cbm bei Zugrundelegung der Kosten unter A rund 19,70 Mark. — Mit der Bauausführung wurde, wie bereits im Eingang bemerkt, im Spätsommer 1913 begonnen; die Eröffnungsvorstellung fand am 26. Mai 1915 statt.

Bauleitung. Der Entwurf ist in der Hochbauabteilung des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten ausgearbeitet und veranschlagt unter Oberleitung des Geheimen Oberbaurats Delius. Die Bauleitung war unter Aufsicht der Königlichen Regierung in Minden dem Regierungsbaumeister Nommensen †, nach dessen Einziehung zum Heeresdienst seit Kriegsbeginn, dem Vorstand des Königlichen Hochbauamts in Minden, Baurat Quast, übertragen, dem Architekt Ott als örtlicher Leiter zur Seite stand. D.

Das Rathaus der Stadt Hannoversch-Münden.

(Mit Abbildungen auf Blatt 38 und 39 im Atlas.)

Sieht man am Hause doch gleich so
deutlich, wes Sinnes der Herr ist.
Goethe, Hermann u. Dorothea.

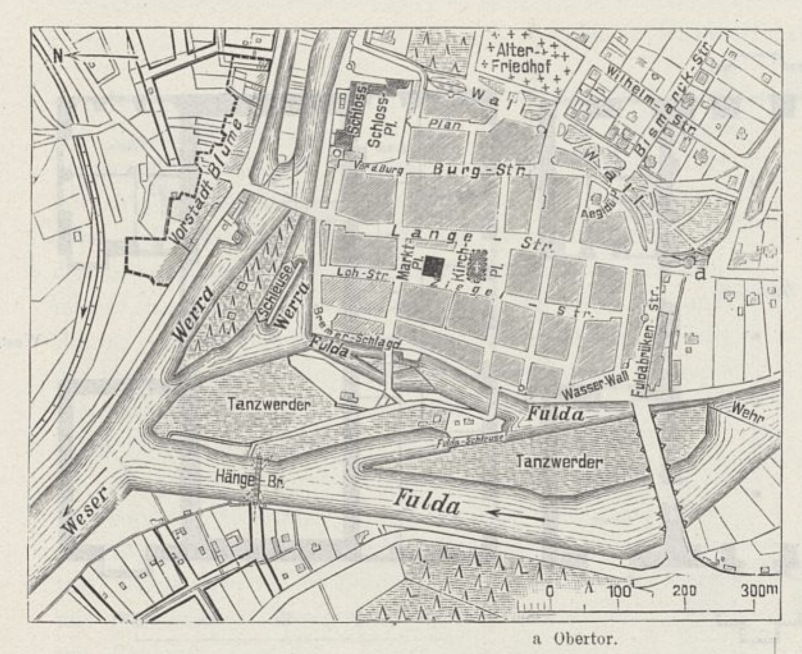
Die Rathäuser unserer deutschen Städte fesseln unseren Sinn durch zwei große Wesenszüge: sie sind Zeugen und Bewahrer vergangener Baugedanken, also vergangenen Schönheitswillens und Formsinnes; sie geben uns zugleich Kunde von Sinnesart und Leben der vergangenen Geschlechter deutschen Bürgertums. So erzählt uns das Rathaus der Stadt Münden von Aufstieg, Blüte und Selbststolz einer kleinen, heute zurückgetretenen, aber einst von reichem Leben erfüllten Stadtgemeinde, die den Hauptbau ihrer Verwaltung mit glücklicher Hand zu Schmuck und Zier ihres Ortsbildes erhob. Der Bau zeigt die Formen der deutschen Renaissancebaukunst des nordwestlichen Deutschland. Dank freier Lage vermochten sich die Zierformen dieses Baustils an ihm frei zu entfalten, ohne die einfache, klare und darum monumental wirkende Form des Baukörpers zu beeinträchtigen. So kann das Mündener Rathaus als gelungener Ausdruck der Baugesinnung des selbstbewußten Bürgertums vor dem dreißigjährigen Kriege gelten.

Ist seine Architektur eine Verkörperung dieses bürgerlichen Stolzes, so beruhen sein Grundriß und seine Lage im Stadtbilde auf der Verwaltung und der politischen Stellung der Stadt. Münden ist wohl niemals eine bloße Ackerbürgerstadt gewesen. Dazu fehlte es ihr bei der Lage in einer Talsenke zwischen drei Gebirgszügen an ausgebreitetem Ackerboden, an Wiesen und Weideland. Wohl aber lenkten die Flüsse Fulda und Werra sowie ihre Vereinigung als Weserstrom das Gemeinwesen auf Handel und Gewerbe hin und gaben dem Orte mit seinen natürlichen Stapelplätzen schon zeitig das Gepräge einer Handelsstadt. Unter dem Welfenfürsten Heinrich dem Löwen gab es neben den herrschaftlichen Beamten schon einen aus Ratsmannen bestehenden Gemeinderat oder Magistrat. Die Urkunden reden von diesen Verwaltern und Lenkern der Stadt als von Bürgermeistern und Konsuln, von magister civium und magister consulum, von Ratsfreunden und Ratsverwandten. Während der Ächtung



Abb. 1. Teil des Stiches aus Braun u. Hogenbergs Städtebuch. 1570.

Heinrichs des Löwen und infolge der Kriege um seine Besitzungen gewann der Ort durch Zuzug und Vergrößerung an Ansehen. Hinter den Mauern und Wällen der Burg und Stadt suchten viele Vertriebene Schutz. Herzog Otto schickte 1246 seine Bevollmächtigten „ad consules et burgenses et omnes inhabitantes Gemunden“ und wußte sich die Stadt durch Erteilung von Vorrechten zu verbinden. Sie wurde damals bei dem fränkischen Rechte belassen, „cum in terra Francorum sita sit“. Der durch die günstige Lage an den Flüssen hervorgegangene Stapel erhielt nun seine rechtliche Begründung durch die Verordnung, daß alle von Münden auf- und abwärtsgehenden Waren nur durch mündensche Bürger und



a Obertor.

Abb. 2. Stadtplan von Hannoversch-Münden.

Schiffer befördert werden durften. Dazu kam das „Einlagerecht“, nach dem alle hier ankommenden Güter vor der Weiterbeförderung drei Tage lang zum Verkauf ausgeboten werden mußten. Um das Jahr 1246 wurde „consulibus et ceteris burgensibus in Gemunden“ mit den Ratsherren und Bürgern von Northeim ein Bündnis gegen Gewalt und Unrecht abgeschlossen. Um 1292 wurde eine Einigung der Städte Göttingen, Northeim, Münden, Duderstadt und Osterode zu gleichen Zwecken geschlossen. Zu dieser Zeit stand Münden in seiner Hochblüte, seit 1345 befreit von den Fesseln der fürstlichen Vogtei, ein Mitglied der Hanse, im Besitze eines einträglichen Handels und ausgedehnter Vorrechte. Herzog Erich I. wählte die Stadt als Residenz und begann 1501 den Neubau des Schlosses. 1545 feierte sein Sohn Erich in Münden seine Vermählung mit Sidonia, Tochter des Herzogs Heinrich von Sachsen; 1576 baute er das durch Brand zerstörte väterliche Schloß wieder auf. Nach seinem Tode in Pavia 1584 hörte die Hofhaltung in Münden auf.

Sichtbaren Ausdruck dieser günstigen Entwicklung finden wir in den Bauten der Stadt: den Kirchen St. Ägidien und St. Blasien, der Schloßanlage, dem Rathause sowie den stattlichen Patrizier- und Bürgerhäusern und der Gesamtanlage des Ortes. Der Stadtplan von Münden (Text-Abb. 2) zeigt eine überraschende Regelmäßigkeit, eine fast geometrische Anlage aus gleichen Baugevierten. Es sind hier sehr früh Gedanken der Aufteilung und Bauanordnung durchgeführt, die dann von den Architekten der Barockzeit theoretisch gefordert werden. Unwillkürlich gedenkt man bei der Betrachtung des Grundplanes der Stadt des Nikolaus Goldmann (1623 †) und seiner Ideale der Städtegründung. Nach ihm soll die in Form eines Rechtecks angelegte Stadt von einem Flusse umgeben sein und durch Straßenzüge, die zu den einander gegenüberliegenden Toren führen, in regelmäßige Teile zerlegt werden. Das mittelste Feld enhält die Kirche, die anschließenden nehmen Märkte, Rathaus, Richthaus usw. auf, daran schließen sich die Verkaufsläden und Wohnungen der Kaufleute; Adel, Bürger und Beamte erhalten besondere Gebiete. Da eine viereckige Stadt für die Verteidigung nicht geeignet ist, soll der Außenumriß einen Kreis beschreiben. Diese Kreislinie soll durch den Festungsgürtel geschaffen werden, der das viereckige Wohngebiet umschließt. Die vier Bogenstücke, die sich so ergeben, nehmen Lustwäldchen, Spaziergänge und Springbrunnen auf. In dem Kreisabschnitte gegen Norden liegt der Hof des Fürsten.

Diesem Mustergrundriß entspricht Münden besonders darin, daß Hauptkirche und Rathaus miteinander fast einen ganzen Baublock in der Mitte des Stadtplanes einnehmen. Das jetzige Rathaus steht auf der Stelle eines älteren Baues, der dem Mittelalter angehörte. Der Stich aus Braun und Hogenbergs Städtebuch, in Köln 1570 gedruckt, stellt uns seine Form noch vor Augen: ein schlichter Baukörper mit Staffelgiebeln über den Schmalseiten (Text-Abb. 1). Reste dieser Staffeln sowie ein spitzbogiges Portal sind bei der letzten Instandsetzung unter dem Putze der Renaissancezeit wieder ans Licht gekommen. Weil diese Teile dem Mauerwerke der Halle des heutigen Rathauses angehören, dürfen wir schließen, daß der Renaissancebaumeister Teile des alten Gebäudes für den Neubau mitbenutzt hat, ja, man wird nicht fehlgehen, wenn man in den inneren Nischen der Halle an den Längsseiten Bau-

glieder dieser Anlage sieht. Vielleicht waren diese Nischen damals Arkaden oder Laubengänge, wie sie die Rathäuser in Minden a. d. Weser, Dortmund und andere noch heute zeigen. Jedenfalls hat das alte Mündener Rathaus zu jenen gehört, die einen Versammlungssaal der Bürger und eine Kaufhalle im Erdgeschoß in sich vereinigen. Nach alten Rechnungen befanden sich unter dem Rathause ein Weinkeller und eine Kellerwirtschaft, die auf Kosten der Stadt betrieben wurden; ferner wird eine Apotheke erwähnt.

Allgemach genügte der Bau nicht mehr den Ansprüchen der Zeit. Größere Räume für Festlichkeiten wurden nötig. Es ward Brauch, die Hochzeiten auf dem Rathaussaal zu begehen. Das bedingte einen Festsaal, der Hunderten von Menschen Raum und Bequemlichkeit bieten sollte. Die Hochzeitsordnung der Stadt Münden von 1610 besagt, daß bei einer Hochzeit nicht mehr als 24 Tische, an jedem Tisch zehn Personen, gestellt werden sollten. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts genügte der aus zwei Bürgermeistern und 24 Ratsherren bestehenden Stadtverwaltung und der Bürgerschaft das Rathaus als Verwaltungsbau nicht mehr, dementsprechend wurde „anno 1598 im ganzen Rate einhellig beschlossen, ein newes Raths- und Hochzeitshaus zu bawen“.

Durch die Baurechnungen aus dem Jahre 1605 sind wir über die Baugeschichte des Rathauses leidlich unterrichtet. Danach wurde im Jahre 1600 die Bauhütte für die Steinmetzen auf der Blume (Vorstadt) errichtet und die Baustoffe angefahren. Der Abbruch des alten Rathauses — worunter nicht der des gesamten Gebäudes zu verstehen ist — erfolgte 1601. Am 27. April 1603 wurde der Grundstein gelegt. Das geschah unter den Bürgermeistern Joachim Menke und Heinrich König. Zu den Ratssitzungen diente während der Bauzeit der geräumige Überbau der Rotunde am Oberen Tor. Die zu dem Bau verwendeten Steine sind bei Gertenbach,

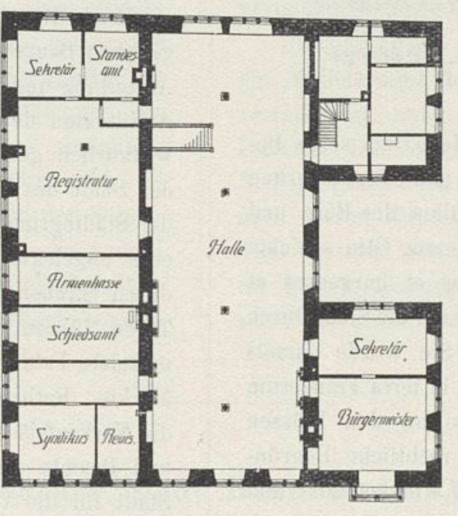


Abb. 3. Erstes Obergeschoß.

Bischhausen, Spickershausen, Cella, Wahnhausen und Hohenlohe, Ortschaften in der Nähe der Stadt und an der Werra und Fulda, sowie in dem Sutholze, Kramberg und Kattenbühl, gebrochen worden. Besonders brauchbar muß das Gestein aus Spickershausen gewesen sein, da aus ihm Portal und Erker hergestellt sind. Bauholz kam aus Schmalkalden in Thüringen und aus Osterode am Harz; Eichenholz lieferte der Mündener Stadtwald.

Wie üblich, war außer dem Baurisse auch ein hölzernes Modell zum neuen Rathause angefertigt worden. Viele Steinmetzarbeiten wurden dem Meister Friedrich Weitmann in Verding gegeben. Auch mit dem Steinhauermeister Simon Högel aus Göttingen wurde verhandelt. Da sich die Steinhauermeister mit den städtischen Bauherren nicht zu einigen vermochten, berief man den Meister Georg Großmann aus Lemgo. Dieser Architekt machte einen neuen Riß. Er gab der Front am Markte — statt der zuerst beabsichtigten zwei Giebel — drei Giebel und einen Ausbau. Dieser Entwurf des Georg Großmann wurde ausgeführt. Für den Riß sowie für die Steinhauerarbeit an den Giebeln und dem Ausbau erhielt er 200 Taler. Demselben Meister wurden für das Aushauen und Setzen der Kamine auf dem Hochzeitssaal nebst der Ausführung der dazu gehörigen Schornsteine 112 Tlr., und für die große Türverzierung vor dem Rathause „dieselbe grod und durchsichtig zu machen“ samt der Weinkellertür 220 Tlr. gezahlt. Außerdem empfing er bei seinem Weggange nach Lemgo — die Kämmerer und Bauherren vertranken bei dieser Gelegenheit 12 Stübchen Wein — 10 Tlr. zu einem neuen Kleide. Auch ein Sohn dieses Meisters war bei dem Bau tätig; als den Steinhauern und Maurern bei dem Schließen des Gewölbes über der Ratsstube ein Schmaus gegeben wurde, empfing er eine besondere „Ergötzlichkeit“. Eine abermalige Bewirtung seitens der Stadt erfolgte vor dem Abzuge

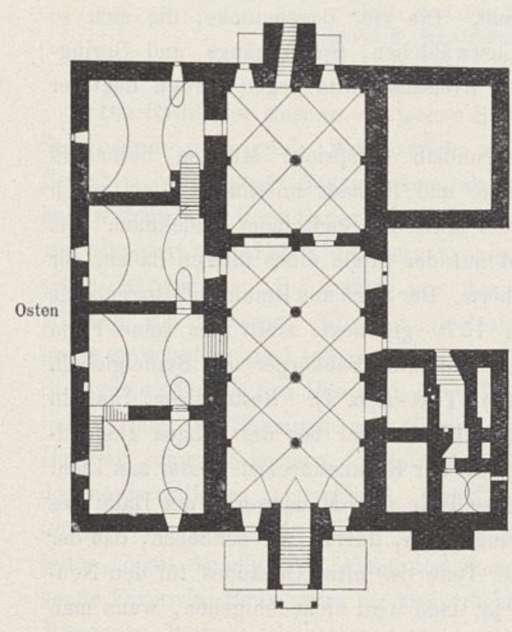


Abb. 4. Kellergeschoß.

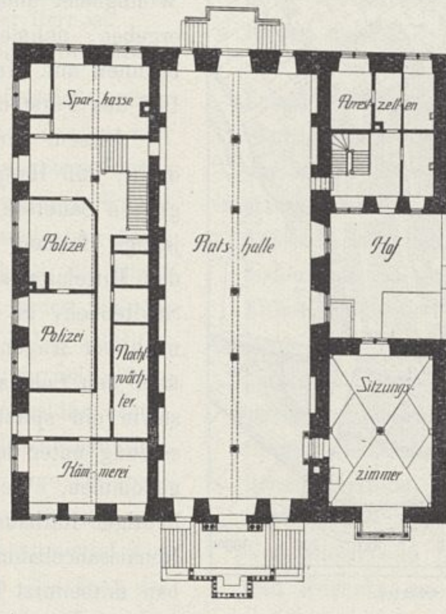


Abb. 5. Erdgeschoß.

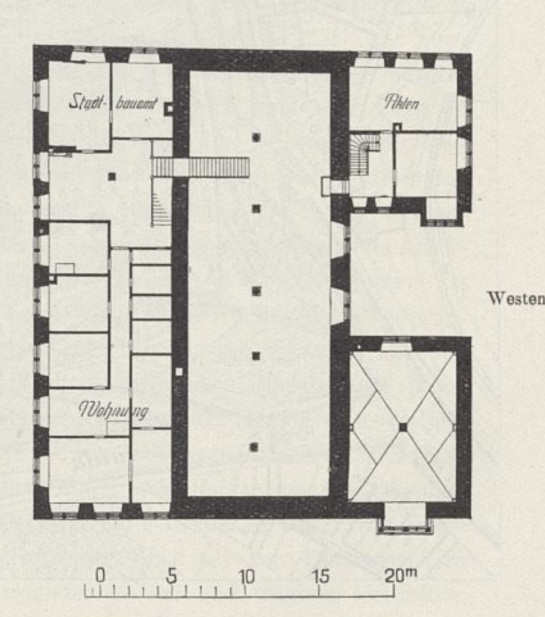


Abb. 6. Zwischengeschoß.

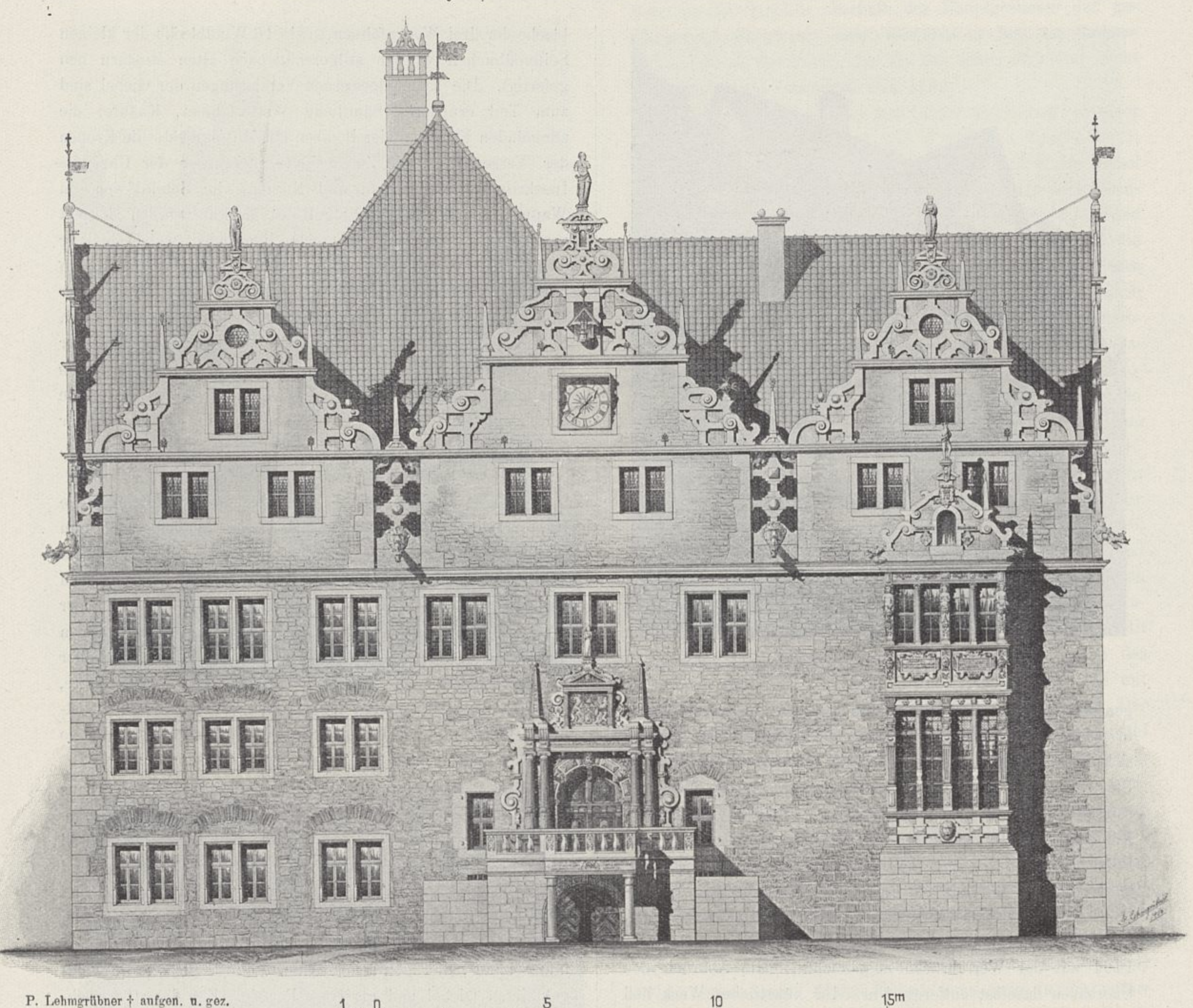


Abb. 7. Nordseite am Marktplatz.

des Meisters und seiner Gesellen. Diese Ausgaben finden sich in der Baurechnung vom Jahr 1605. Es geht daraus hervor, daß damals der Hauptbau am Markte und der Flügel mit dem Hochzeitssaale aufgeführt waren. Der südwestliche Teil des Rathauses, ein für sich bestehender, in den betreffenden Baurechnungen als „neue Küche und Kammerei" bezeichneter Bau, wurde im Jahre 1609 begonnen. Hierbei war wiederum der Steinhauermeister Großmann tätig, der auch den Riß machte. 1618 war das Rathaus vollendet. Die letzten Bauausgaben finden sich in der Rechnung vom Jahre 1619. Der ganze Bau kostete rund 15386 Tlr.

Es mögen noch einige technische Angaben folgen. Die Gewände an den Ecken wurden aus behauenen Quadersteinen aufgeführt. Sie treten wie die sonstigen Gewände, die Portale, Stürze usw. vor die Flächen vor. Die zwischenliegenden, mit gewöhnlichen Hausteinen aufgemauerten Felder hat man mit Rauhputz beworfen. Dieser Putz überzieht die Fugen und die kleineren Steine des Mauerwerks, greift teilweise auch auf die Schichtensteine über und ebnet sie der Gesamtfläche ein. Bei allem Leben, das eine solche Mauer zeigt, wird damit doch eine ziemlich gleichmäßige und glatte Oberfläche erzielt. Die so hergestellten Mauerflächen erhielten dann noch einen Kalkanstrich, der dem Bauwerke einen einheitlicheren Ton gab. Diese Technik ist nach einem alten Bauinventar ganz so an dem Renaissanceschlößchen Hülsede im Wesergebiet zur Anwendung gekommen.

Bei den Arbeiten für die Erhaltung und Herstellung alter Bauten hat man die alte richtige Behandlung der Flächen häufig verfehlt. Man hat entweder die ganzen Flächen mit einem rauhen Putz überzogen, so an dem Schlosse in Münden, oder aber allen Kalkantrag abgeschlagen und dann jedes Steinchen mit einer Zementfuge umrahmt. Hierbei verlieren die aus Hausteinen gebildeten Glieder ihre Wirkung und die Zierformen ihren Zweck; denn beides setzt im Gegensatz die gleichmäßigen Flächen voraus. Dieser Fehler ist bei dem Rathause durch die letzte Instandsetzung 1885 bis 1887



Abb. 8. Wache auf dem Rathausplatz (abgebrochen).

gemacht worden. Der Bau büßte die feine Heiterkeit seiner ursprünglichen Haltung ein. Besonders unangenehm machen sich nun die Entlastungsbogen der Fenster bemerkbar. — Bis zum Jahre 1885 hat der Bau nur geringe Veränderungen an seinem Bestande erfahren. Für den Besuch des Königs Georg II. von Hannover im Jahre 1729 wurde der Putz des Rathauses zum Teil erneuert und der Anstrich aufgefrischt. Die Metallzierstücke, Wasserspeier, Knäufe, Wetterfahnen, Spitzen, Flammen u. dergl. wurden aufs neue vergoldet. Bei dieser Gelegenheit erhielt der nördliche Mittelgiebel die 1464 auf der Werrabrücke angebrachte, beim Abbruch des Überbaues daselbst entfernte Uhr. Ihr künstliches Werk ließ bei den Glockenschlägen zwei kämpfende Hirsche zum Vorschein kommen, die jetzt verschwunden sind. Die Inschrift der Schlagglocke besagt: „anno 1598 da gos mich Melchior Moerink“. Im Jahre 1769 erhielt die Ratsapotheke eine zweite Eingangstür, auch wurden verschiedene neue Fenster angelegt.

Da der heutige Zustand und Anblick des Baues auf der Erneuerung von 1885 an beruht, mögen die wichtigsten Maßnahmen hier noch genauer aufgeführt werden. Der Mündener Bürger Georg Fischer hat uns eine Darstellung der Ausbesserungsarbeiten hinterlassen. Man begann mit der Herrichtung der dreigiebeligen Nordfront. Der Putz wurde aus den Feldern entfernt, die Fugen zwischen den Hausteinen wurden vom alten Mörtel gereinigt und sodann mit Zement verstrichen. Portal und Erker wurden neu gestrichen. Den Ornamenten gab man harmonisch wirkende Farben, ebenso den Faun- und Löwenköpfen der Giebel. Diese Anmalung wurde auf Grund alter Farbspuren ausgeführt. Bei den vier alten Wasserspeiern hat man den Übergang in das Abfallrohr geändert und die beiden mittleren freier gelegt. Die beiden kleineren Wasserspeier am Erkerausbau sind neu. Die Windbleche der drei Wetterfahnen sowie 16 Windbleche der kleinen Seitenfähnchen wurden stilgerecht nach alten Mustern neu gefertigt. Die schmiedeeisernen Verzierungen der Giebel sind zum Teil erneuert. Sämtliche Wetterfahnen, Knäufe, die züngelnden Flammen der Bomben am Mittelgiebel, die Kronen der Wasserspeier, die Zeiger und Zifferblätter der Uhr, die Inschriften, Jahreszahlen und Kronen, die Schildlöwen im Wappen der Stadt, die Flügel des Merkur wurden doppelt vergoldet. In die oberen Öffnungen der Giebel, welche bislang durch Läden verschlossen waren, sind Eichenholzfensterrahmen mit Butzenscheibenverglasung gekommen. Die Flügel der Eingangstür wurden von der Deckfarbe gereinigt und durch Beizen und Ölen aufgefrischt. Das ziselierte Schloßblech der Tür sowie deren Drücker sind neu. Der Türklopfer links stammt aus dem Jahre 1605. Der Altan der Freitreppe wurde gerade gestellt; die beiden Säulen wurden durch Pfeiler ersetzt. Über die Arbeiten des Innern fehlen die Angaben, der wichtigste Teil war die Herstellung der beiden Hallen.

Richten wir auf die besondere Art und die geschichtliche Herkunft dieser Stil- und Zierformen des schönen Baues nun unseren Blick. Das Rathaus auf dem Markte füllt gemeinsam mit der Stadtkirche, die ehemals von dem Friedhofe umgeben war, einen stattlichen Baublock der Stadtanlage. Giebelhäuser oder Reihenbauten mit Zwerggiebel der angrenzenden Straßen umsäumen ihn. Die alte Wache (Text-Abb. 8), ein stattlicher Fachwerkbau, der die malerische Wirkung des Platzes erhöhte, ist vor einigen Jahrzehnten abgebrochen worden. Dieses Giebelmotiv übernimmt als Hauptziermittel der Rathausbau, der so den Stil eines repräsentierenden Stadthauses annimmt.

Das Rathaus kann als das monumentalste Bürgerhaus angesehen werden, als das Haus der gesamten Stadtbevölkerung. Jeder Bürger hat an ihm die gleichen Rechte und Pflichten. Seine Sorgen und Wünsche, seine Freuden und Leiden sollen dort Beachtung finden und nach Recht und Sitte bewertet werden. Dementsprechend findet er an dem großen Bau der Stadt auch die Formen wieder, nur reicher und schöner, die auch seinem Hause Würde geben: die wohlgebildeten Giebel und gezierten Portale. Ein derart erwachsenes, in sich einheitliches Stadtbild hat einen besonderen architektonischen Reiz. In schöner Weise finden wir das bei der Stadt und dem Rathause in Münden. Zahlreiche steinerne

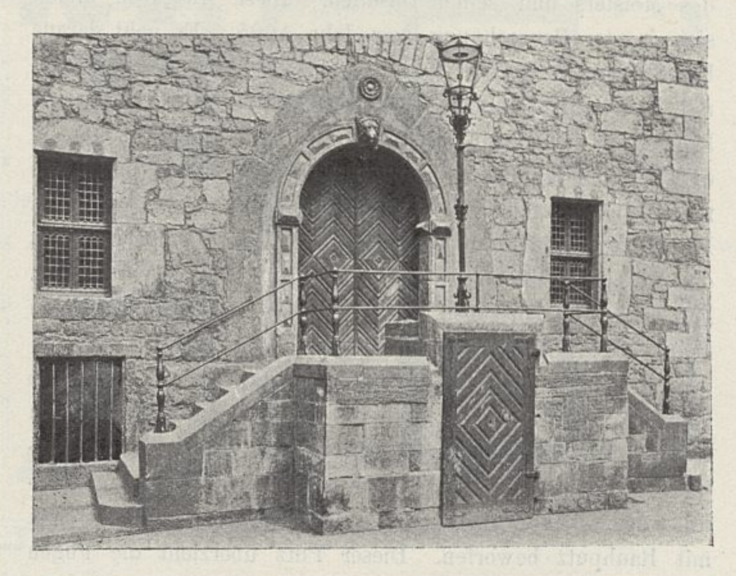


Abb. 9. Portal am Kirchplatz (Südseite).

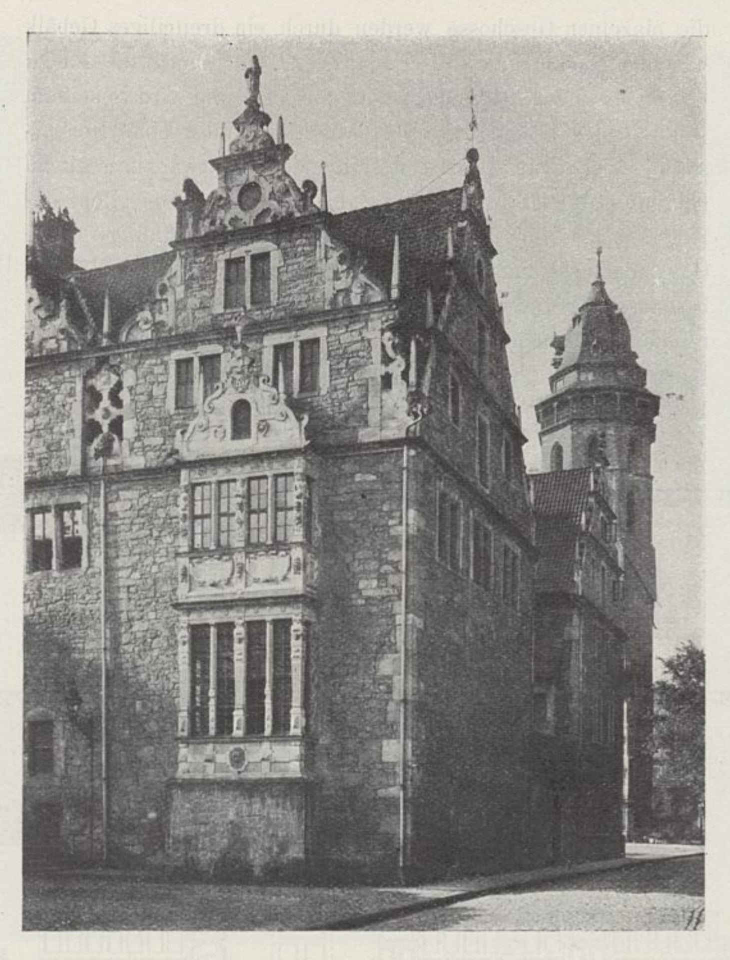


Abb. 10. Eckansicht von Nordwesten.
Im Hintergrund Turm der Hauptkirche.

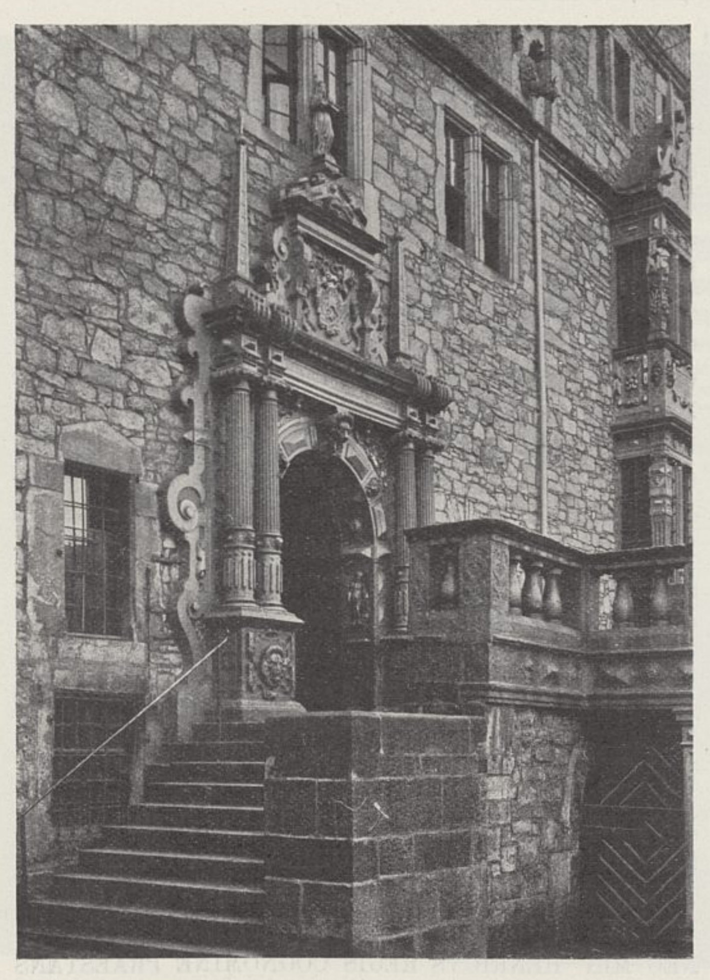


Abb. 11. Hauptportal am Marktplatz.

Volutengiebel beleben oberhalb des Hauptgesimses den geschlossenen Baukörper. Sehr verwandt ist ihm das Rathaus in Hersfeld an der Fulda, das als das später errichtete leicht von Münden aus beeinflußt sein kann.

Nach dem Markte sind drei Giebel angeordnet, je einer steht über den beiden Seiten (Abb. 1 Bl. 38 u. Text-Abb. 7); ferner ist der westliche Anbau der Südseite mit einem Giebel nach der Straße zu versehen (Text-Abb. 10). Die drei nebeneinanderstehenden Giebel der Marktseite stoßen mit ihren Dächern gegen ein gemeinsames Längsdach, das durch die seitlichen Giebel geschlossen wird. Über den Kern des Baues ist ein hohes Satteldach gelegt, dessen First das Längsdach überragt und nach dem Markte in der Neigung desselben abgewalmt ist, während es nach der Südseite giebelbildend ausläuft. Dieser Südgiebel (Abb. 2 Bl. 38) ist fast ohne architektonischen Schmuck und nimmt so durch seine Schlichtheit Rücksicht auf die einfachen, großen Formen der Stadtkirche. Dem Bau fehlt, was selten ist, ein Treppenturm oder Dachreiter. Im Straßenbild wird der fehlende Turm in mancher Hinsicht durch den Renaissanceturm der Kirche ersetzt (Text-Abb. 10).

Der annähernd quadratische Grundriß (Text-Abb. 3 bis 6) besteht im wesentlichen aus zwei gleichlaufenden Teilen und zwei sich angliedernden Anbauten mit einem kleinen Hofe nach der Straße. Der Mittelbau mit den beiden Hallen sowie der Anbau mit dem Erker nach dem Markte sind zweigeschossig. Mit Ausnahme des Anbaues nach dem Kirchplatze zu ist das Gebäude unterkellert. Die einzelnen Kellerräume sind mit Tonnen- oder Kreuzgewölben auf Pfeilern geschlossen. Der Keller unter der Halle ist von außen zugänglich; er wird wohl als Ratskeller gedient haben. Vor dem Mittelbau liegt nach dem Markte zu sowie nach dem Kirchplatze je eine zweiläufige Freitreppe; nach dem Markte zu ist ihr breiter Absatz mit einem Altan in Verbindung gebracht. Im Erdgeschoß ist an die durchgehende Ratshalle (Diele) das Sitzungszimmer des Magistrats angeschlossen; für die Verwaltungsräume des linken Seitenflügels ist ein besonderer Eingang von der Rathausstraße her angeordnet. Hier liegt auch die Treppe zu dem Zwischengeschoß und der oberen Halle (Hochzeitssaal). Vom ersten Absatz dieser Treppe kann man in die untere Halle gelangen (Text-Abb. 5). Der Anbau nach dem Kirchplatz, der als letztes Glied der Planung des Rathauses anzusehen ist, hat als selbständiges Gebäude eine besondere Treppe vom Hof aus und steht außerdem durch Türen mit den Hallen in Verbindung.

Mit verhältnismäßig wenigen Architekturformen ist eine reiche Wirkung des Bauwerkes erreicht. Gekuppelte Fenster mit profilierten Pfosten und Gewänden, deren Karniesprofil in etwa $^1/_4$ der Fensterhöhe in eine Hohlkehle ausläuft, teilen die Mauerfläche ziemlich regelmäßig auf. Ein Sockel ist nicht angebracht worden. Die Verschiedenheit in der Zahl der Geschosse, die sich besonders an der Marktseite bemerkbar machen würde, ist sehr geschickt durch den Erker am Sitzungssaale ausgeglichen. Als Prunkstück ist das Hauptportal im Zusammenhang mit der Freitreppe und dem Altan ausgebildet (Text-Abb. 11 u. Bl. 39). Der Portalgedanke des Barockstils ist prachtvoll angewandt: die Würde des Baues soll sich in der festlichen Umrahmung des Einganges aussprechen, soll den Kommenden zugleich einladend begrüßen und zur Achtung stimmen. Die architektonische Gliederung der Baumasse

geschieht in der der Renaissancebaukunst eigenen Weise erst oberhalb des Hauptgesimses durch Giebel. Diese Giebel zeigen zwei verschiedene Formen. Die drei einander ähnlich gebildeten Giebel nach der Marktseite sind dreigeschossig und durch einfache Gurtgesimse wagerecht gegliedert. Sie verraten noch die Urform des Staffelgiebels, dessen Zwickel der Dachneigung entsprechend mit Volutenschnörkeln und Beschlagornamenten gefüllt sind. Schlanke Spindeln betonen die Enden der Gesimse, verzierte Kugeln die Verbindungsstücke der Volutenschwünge. Als Endbekrönung der Giebel dient eine weibliche Gestalt. Das Beschlagornament entwickelt sich in den Zwischenräumen im vierten Fenstergeschoß des Baues zu durchbrochenen, maßwerkartigen Gebilden, die stark zum malerischen Eindruck des Gebäudes beitragen. Die Wasserspeier sind als Faune und Löwenköpfe gebildet, die in den Mäulern Drachen aus getriebenem Blei tragen. Die andere, einfachere Form der Giebelausbildung zeigen die Straßenseiten (Abb. 1 u. 2 Bl. 38 und Text-Abb. 10). Wir finden hier jene Giebelform der Renaissancebaukunst, deren Abschlußlinie der Dachneigung parallel läuft, deren Giebelschräge an den Gesimskröpfen der wagerechten Gliederungen mit Spindeln geschmückt ist und deren schräge Zwischenstücke mit Kugeln belebt sind. Die Bekrönung ist hier eine Volutenbildung mit Kugel. Die Seite nach dem Kirchplatze ist die einfachste Wiederholung. Das stattliche Satteldach über den beiden Mittelteilen bedeckt hier einen Giebel, der nur zwischen den ersten beiden Geschossen in Höhe der Fenstersohlbank einmal wagerecht gegliedert ist (Abb. 2 Bl. 38). Der einzige formale Schmuck ist die Giebelbekrönung. Sie beginnt in geringer Höhe unterhalb des Firstes mit einem Gesims und schließt mit Voluten und Beschlagwerk den Schornsteinkopf ein. Die Schornsteinköpfe bestehen in der Hauptmasse ihres Mauerwerkes aus Ziegelsteinen, die von Werksteinschichten mit Diamantquaderung unterbrochen werden. Besonders reich ist der Kopf des Schornsteines im Hauptdach ausgebildet. Über einer Balusterbrüstung sind noch bekrönende Mittelstücke und Eckaufsätze angebracht (Text-Abb. 7).

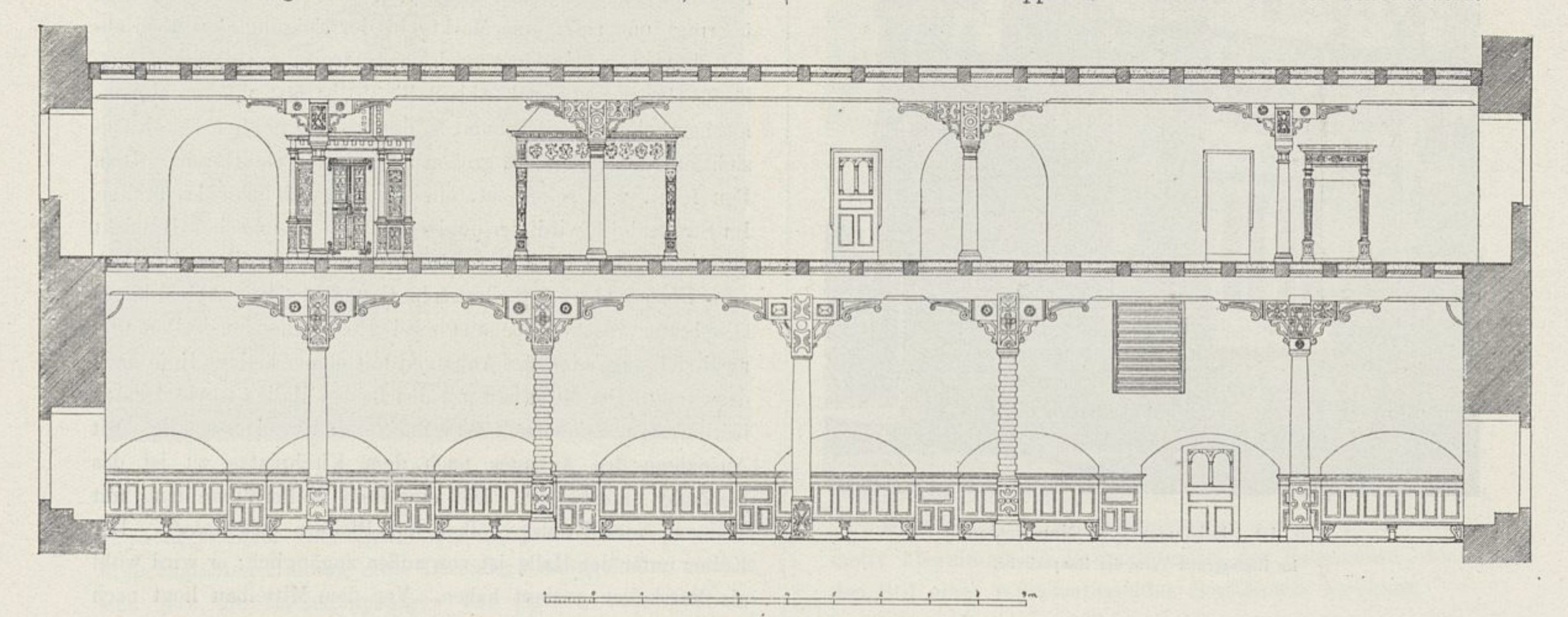


Abb. 12. Längenschnitt durch die Hallen.

Der Erker hat neben dem Hauptportal den reichsten architektonischen Schmuck erhalten (Bl. 39). Er ist zweigeschossig; die einzelnen Geschosse werden durch ein dreiteiliges Gebälk voneinander getrennt. Der ganze Aufbau ruht auf einem kräftigen, ungegliederten Quadersteinsockel und wird von einem Volutenaufsatz bekrönt. Den Abschluß bildet eine Merkurstatue über einer Kartusche mit dem Stadtwappen: einem bekrönten Unzial M mit der Zahl 1604. Das Giebelfeld des Erkers zeigt eine im Halbrund geschlossene Öffnung, deren Gewändeeinfassung durch gerade Steinbänder mit den Voluten beschlagartig verbunden ist. Diese Bänder tragen in lateinischen Großbuchstaben die Namen der Bürgermeister der Bauzeit: links JOACHIM MECKE, B.; rechts HEINRICH KONIN. Ihre Wappen stehen im Felde unter den Bändern. Die Wandflächen zwischen den Fenstern sind vollständig in Pfeiler aufgegangen. Die stärkeren Eck- und Mittelpfeiler am unteren Geschoß sind als ionische Pilaster mit Kanneluren, Diamant- und Quaderstücken, Engelsköpfen u. dergl. gebildet, die am Obergeschoß als Atlanten in Hermenform. Die Köpfe der Eckpfeiler daselbst sind Bildnisse und werden als die beiden Bürgermeister angesehen. Den Zwischenpfosten der Fenster sind kannelierte Halbsäulchen vorgelegt. Bei dem unteren Geschosse spürt man die Mühe des Architekten, die hohen Fenster mit den üblichen Säulenformen in Einklang zu bringen. Die Brüstungen nehmen an der Teilung der Fenster teil; ihre Rahmen sind oben mit Kartuschen, unten mit Bändern und Löwenmaske geschmückt. Die Friese der Gesimse zeigen außer Rosetten und Fruchtstilleben Köpfe mit Tuchgehängen. Besondere Beachtung verdienen die mit Kerbschnittmustern geschmückten Zierquadern. Die Kartuschen in der oberen Brüstung unter den Fenstern haben folgenden Text: links ein Chronodistichon für die Zahl 1604 berechnet.

IVstItIæ · fIgat · Leges · MVnDæ · IpsVs · IesVs
faXIt · et · Vt · natos · a · IoVe · IVra · beent · JSR. ·

rechts

ECCE REGVNT PATRIAM PATRIIS VIRTVTIB^{9} VRBEM
HIC TIBIQVE MONSTRAT NOMINA BINA LAPIS
MVNDENSI IMMORTALE DEC^{9} JOCHIMVS IN VRBE
MECCIVS INGENIO CONSILIOQVE POTENS
NEC MIN^{9} HENRICVS REGIS COGNOMINE PRAESTANS
TEMPORE NAM PACIS MILITAEQVE GRAVIS.

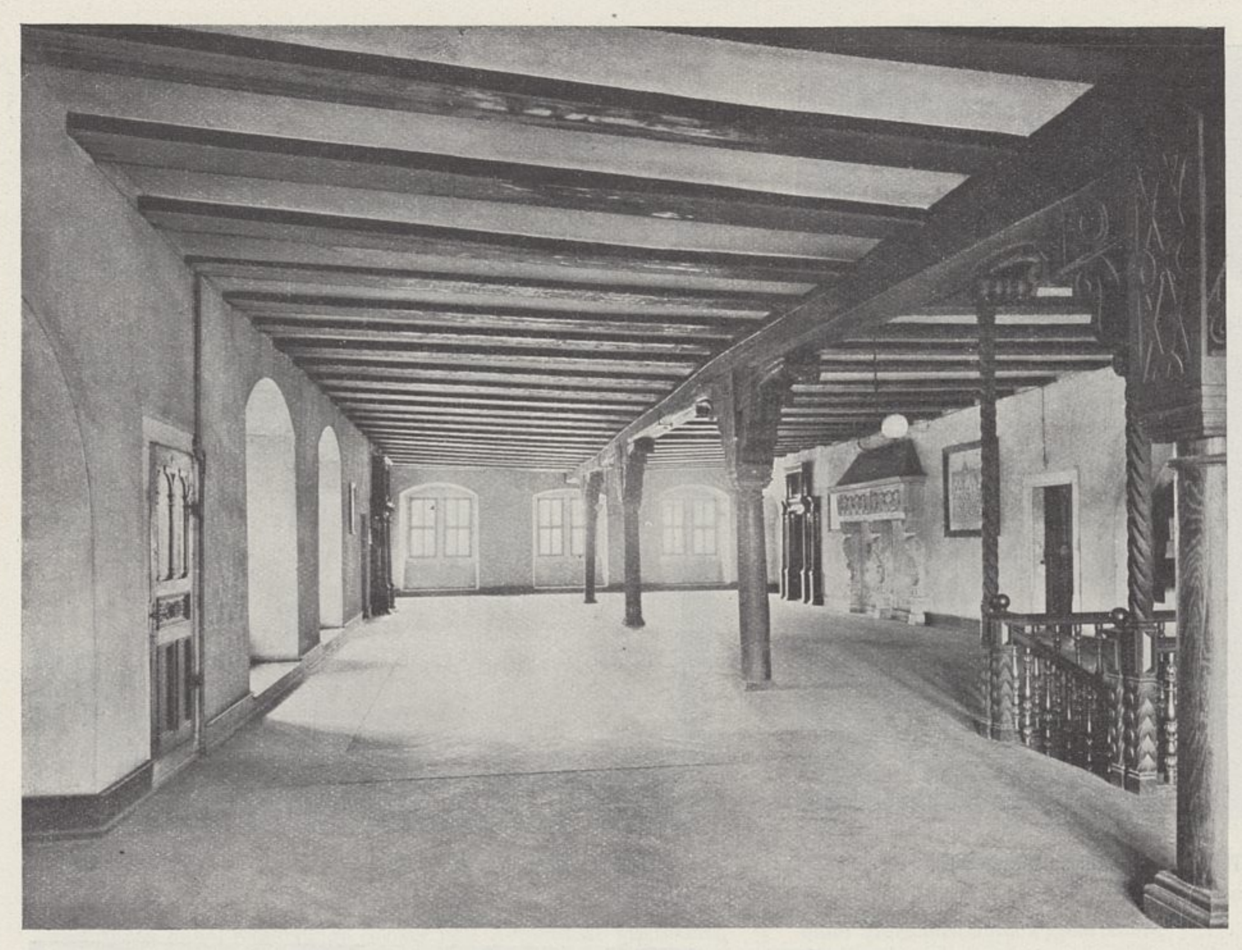


Abb. 13. Halle im Obergeschoß (Hochzeitssaal).



Abb. 14. Ratshalle im Erdgeschoß (Diele).

Das Portal ist mit einem Rundbogen geschlossen und von einer reich mit Voluten und Beschlagwerk gezierten Ädikula umrahmt (Bl. 39). Zu beiden Seiten stehen auf gemeinschaftlichem Sockel je zwei ionische Freisäulen, welche ein dreiteiliges Gebälk tragen, dessen barocke Verkröpfungen über den Säulen in schlanke Obelisken auslaufen. Die Bekrönung über dem Gebälk, eine Volutenarchitektur mit Giebelverdachung, zeigt ein rechteckiges Feld mit seitlichen Stützen in Konsolenform für ein gerades Gebälk. Den Abschluß bildet eine weibliche Figur mit einem Buche, auf dem eine Taube sitzt (Pietas). Zwei andere Figuren, Pax mit dem Ölzweig und Concordia mit dem Bienenkorb, stehen in den Muschelnischen der Türleibungen (Text-Abb. 11). In dem Mittelfeld der Bekrönung prangt das Wappen der Stadt: ein Stadttor, darin ein streitender Löwe. Im Schlußsteine des Tores steht ein gekröntes M. Zwei Löwen sind Schildhalter. Auf der Wand steht zu seiten der Helmzier die Inschrift: Aō 1605. Das Portalgewände ist mit Diamantquadern



Abb. 15. Tür zum Bürgermeisterzimmer.

Abb. 16. Tür und Kamin an der Ostseite.

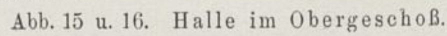


Abb. 15 u. 16. Halle im Obergeschoß.





Abb. 17. Tür zum Sitzungszimmer.

Abb. 18. Westseite.

Abb. 17 u. 18. Halle im Erdgeschoß.

und Löwenköpfen geschmückt, von denen der im Schlußstein besonders wirkungsvoll ausgebildet ist und gleichzeitig als Konsole für das Gebälk dient. Die Bogenzwickel sind mit Rollwerkkartuschen gefüllt, welche die Wappen der damaligen Ratsbauherren (Johannes Frieligehausen und Konrad Hentzemann) enthalten. Die Sockel der Säulen sind vorn mit einer Löwenkopfkartusche, seitlich wieder mit Kerbschnittquadern geziert. Im Fries des Gebälks steht die Inschrift:

Pulcherrima virtutu(m) est iustitia. Diligite iustitiam qui iudicatis terram. (Sapent. 1.)

Unter dem Absatze der Freitreppe führt ein Rundbogenportal mit geometrisch ornamentierten Gewänden zum ehemaligen Ratsweinkeller. Der zum Altan erweiterte Absatz der Treppe ist von einer Balustrade umgeben und ruht auf zwei Pfeilern, deren jetzige Form neu ist. Die alten Stützen waren Rundsäulen mit starker Verjüngung und Kelchkapitellen.

Ihre Form ist in der geometrischen Ansicht (Bl. 39) wiedergegeben. Fries und Brüstungspfeiler sind mit Beschlagornament versehen. Am Fries der Vorderseite steht die Zahl 1605 und folgende Inschrift:

ESSE NOLITE INEBRIATI VINVM CORROBORAT
VINO IN QVO BELVINA 1605. CORPVS ANIMAM
QVÆ DAMFERITAS (?) EST VERO VERBVM DEI.

Das Portal der Halle im Erdgeschoß nach dem Kirchplatze (Text-Abb. 9) läßt erkennen, wie der Renaissancearchitekt das seinem Stil nicht gemäße gotische Türgerüst seinen Formen nutzbar machte. Von der mittelalterlichen Öffnung war vor dem Abschlagen des Putzes nur die Rosette im Schlußsteine sichtbar. Nur sie also behielt der Architekt vom alten Bestande bei. Daß er aber ein Stück gotische Form in seinen Aufbau übernehmen konnte, ist sehr bemerkenswert. Im übrigen ist das eingebaute Türgewände mit Diamantquadern geziert; besonders betont sind die Kämpfer durch einen großen Diamantquader und der Schlußstein durch einen Löwenkopf.

Mit Fug und Recht, will uns dünken, laden die vorgeschobenen Treppenanlagen und das prächtige Portal zum Eintritt ein in die stattlichen Hallen (Text-Abb. 12 bis 14), die bei einfacher Anlage doch Prachtstücke der Raumbildung der Renaissance sind. Die Diele (Text-Abb. 14) hat eine Länge von 28 m und eine Breite von 10 m. Fünf Holzstützen, abwechselnd Säule und Pfeiler, teilen den Raum in der Längsrichtung und tragen den Unterzug für die Balken der Decke. Die Stützen sind durch hohe, rechteckige Sockel und Kopfstücke gegliedert, die nach mitttelalterlicher Art zangenartig die Sattelhölzer umfassen, die außerdem von volutenmäßig geformten Kopfbändern gehalten werden. Der Unterzug ist über den Stützen gestoßen und mit schrägem Hakenblatt verbunden, seine Unterkanten sind gefast. Diese Fase geht teilweise unter den Sattelhölzern weiter, wiewohl sie so breit wie die Unterzüge selbst sind. Es scheint bei diesem Bestand nicht ausgeschlossen, daß die Unterzüge von dem mittelalterlichen Bau übernommen sind. Die Balken sind ohne Profil und liegen unmittelbar auf der Mauer; die Balkengefache sind verputzt. Der Schmuck der Stützen ist Flachornament von einfacher Form und Ausführung. Die Holzbekleidung der Wände ist neu. Der einheitliche Raum wird durch keine Einbauten gestört. Er gehört zu den wenigen Hallen, die ihre Urform zeigen und in ihrer Raumwirkung vollständig gewürdigt und verstanden werden können. In dieser Diele ist die steinerne Umrahmung der Tür zum Sitzungszimmer des Magistrats zu beachten (Text-Abb. 17). Ihre rundbogige Öffnung wird von je einer freistehenden, korinthischen Säule flankiert und trägt einen mit Pilastern, Giebeldreieck und Füllvoluten verzierten Aufbau. Diese Ratsstube zeigt ein netzartiges, aus acht Kappen zusammengesetztes Gewölbe, welches in den vier Ecken, ferner auf je einer Konsole in den Mitten der beiden Längswände und auf einer im Mittelpunkt des Gemaches stehenden Säule Unterstützung findet. An der Säule liest man folgende Inschriften:

RELIGIO ET IVSTITIA SVNT REIPVBLICAE FVLCRA.
RECTE FACIENDO NEMINEM TIMEAS.

Der Hochzeitssaal im Obergeschoß (Text-Abb. 12 u. 13) hat etwas geringere Höhenabmessungen als die Diele, ist aber sonst wie diese gegliedert und durchgebildet. Als Stützen sind durchgehends Säulen toskanischer Art verwendet. Die hölzerne Treppe schneidet mit ihrem Oberlauf in den Saal ein. Ihr geschmücktes Traillengeländer endigt mit kräftigen, bandartig verzierten Pfosten mit Kugelbekrönung. Der Saal macht infolge der gleichmäßigen Beleuchtung durch dreiteilige Fenster mit tiefen Flachnischen an den Schmalseiten, der geringeren Höhe sowie der Gliederung der Wände mit schönen Portalen und Kaminen einen höchst behaglichen und festlichen Eindruck.

Die Tür zum Bürgermeisterzimmer (Text-Abb. 15) und die ihr gegenüberliegende (Text-Abb. 16) sind aus Eichenholz geschnitzt und reich in ionischen Formen durchgebildet. In den bekrönenden Aufbauten sind das Stadtwappen hier, Zunftschilde dort angebracht.

Der große Kamin an der Ostseite (Text-Abb. 16) hat drei reichgegliederte und ornamentierte Wandpilaster, auf denen das Gebälk ruht. Im Fries sind die Wappen und Hausmarken der zur Bauzeit des Rathauses regierenden Bürgermeister und Ratsherren angebracht. Ein vermauertes Türgericht zeigt als Umrahmung eine Hermenpilasterarchitektur (Text-Abb. 12). Der Fries des dreigeteilten Gebälks ist mit Beschlagornament geschmückt, die Mitte durch ein Engelsköpfchen betont. Ein anderes Türgericht ist ähnlich, jedoch ohne Hermenschmuck gearbeitet.

Als Ergebnis unserer Betrachtung vermögen wir festzustellen, daß es dem Architekten Georg Großmann aus Lemgo geglückt ist, der Stadt Münden ein tüchtiges Werk seiner Kunst zu übergeben. Der klare Grundriß, die schlichten Kompositionselemente im Verein mit der soliden Ausführung aller Schmuckstücke durch geschickte Handwerksmeister, lassen das Mündener Rathaus zu einer beachtenswerten Architekturschöpfung der Baukunst werden. Frei von den zahlreichen Vorbildern seiner Heimatstadt Lemgo, auf der Höhe der Zeit durch ihre Beziehungen als Hansestadt zu der Welt mit ihrer modernen Baugesinnung, hat der Meister seinen Bau empfunden und in der Ausführung dem Stadtplane wohl eingeordnet. Mögen manche Zierformen — ich denke dabei in erster Linie an die Kerbschnittmuster, an den Schichtenwechsel von Hau- und Ziegelsteinen am Schornsteinkopf, an seine Ornamentik und im besonderen dabei an die Verwendung des Kopfes mit dem Tuchschmuck u. dergl. — eine Bekanntschaft mit dem Bremer Architekten Lüder von Bentheim und seiner Formpsrache verraten, so ist doch Großmann in der Komposition selbständig und eigen. Selbstherrlich hat er den vorliegenden Plan verworfen und seine Gedanken zur Ausführung gebracht. Die Hauptansicht nach dem Markte mit den drei nebeneinander gereihten Giebeln ist sein Werk.

In der Eigenart und der Frische der Ausführung bedeutet dieser Bau einen beachtenswerten Beitrag für die Renaissancebaukunst des nordwestlichen Deutschland um 1600.

Bernhard Niemeyer.

Der Gerichtsplatz der Venetianer an der Markuskirche und verwandte Anlagen.[1]

Vom Königlichen Baurat F. Prieß in Koblenz.

(Mit Abbildungen auf Blatt 40 bis 42 im Atlas.)

Bei der Behandlung der ehemaligen Gerichtshalle Theoderichts des Großen in Ravenna, der Kirche S. Vitale in Ravenna, die jetzt zu einer Sammelstätte für Architektur- und sonstige größere Fundstücke aus Ravenna umgestaltet worden ist, sind bis dahin vier Pfeiler noch nicht berücksichtigt worden, die an einer sehr wichtigen Stelle des Baues stehen, nämlich die Pfeiler, welche die großen Bögen der dreigeteilten Durchgangsöffnungen zwischen dem Viereck des Tribunals und dem Umgang im Erdgeschoß tragen, und von denen zwei auf Text-Abb. 2 zu sehen sind. Die vier Pfeiler befinden sich hier nahe hinter dem mosaikgeschmückten Amalerbogen unter dem der König als Gerichtsherr oder als Leiter der Reichsversammlung seinen Platz hatte (vgl. den Grundriß Jahrg. 1914 S. 263) und wurden von allen Anwesenden sowohl vom Kuppelraum wie von den Umgängen im Erd- und Obergeschoß aus zu beiden Seiten des auf dem Throne sitzenden Herrschers gewissermaßen als sein Hintergrund und seine Umrahmung erblickt. Hier müßten wir bei dem Kunstverständnis und der Prunkliebe des Königs, der seine Gerichtshalle mit den kostbarsten Marmorarten, mit Goldmosaik und mit figurenreichen Darstellungen überreich ausstatten ließ, besonders kostbare Marmorpfeiler erwarten, mit reichen Schmuckformen, die den zierlichen Flechtformen der benachbarten Säulenknäufe entsprechen, und die zugleich in Sinnbildern auf die königliche Herrschaft hindeuten oder den Namen des Königs in kunstvoll erfundenen Monogrammen wiedergeben müßten. Wenn die Pfeiler ferner besonders kostbar hätten sein sollen, so hätten ihre Schäfte nicht aus einzelnen Stücken zusammengesetzt, sondern aus je einem großen Marmorblock gearbeitet sein müssen. Nach dem Platze dieser Pfeiler im Bau wären für sie ferner solche Kapitelle zu erwarten gewesen, wie sie sich, allerdings schon in recht minderwertiger Arbeit und Erfindung, in der Apollinariskirche in Classe bei Ravenna vorfinden, und wie sie in Text-Abb. 1 dargestellt sind. Diese Pfeilerkapitelle entsprechen in ihrer Gesamthöhe den gegenüberliegenden Säulenkapitellen einschließlich des aufliegenden Kämpfersteines und zeigen infolgedessen eine Aufteilung in verschiedene Zonen, um die bedeutende Höhe passend zu gliedern. Unten befindet sich ein blättergeschmückter Halsring, darüber der eigentliche Kapitellkörper und schließlich wieder darüber als Abdeckung ein hoher Kämpferstein mit vielen Profilen daran, um der Höhe des Säulenkämpfersteines zu entsprechen. Die Pfeilerschäfte selbst hätten sich ferner den zusammenlaufenden Linien der sich verjüngenden Säulenschäfte anschließen und also wie diese selbst Verjüngung zeigen müssen. Nichts von allen diesem findet sich vor. Wir sehen vielmehr in Wirklichkeit an dieser Stelle anstatt der erwarteten kostbaren, zierlichen, einsteinigen und verjüngt aufstrebenden Pfeiler jetzt nach Text-Abb. 2 vier vierkantige Pfeilerklötze, die in rohester und plumpester Art in Ziegelsteinen aufgemauert und mit einer zusammengesuchten, aber nicht zusammenpassenden Marmorbekleidung wie mit einem Bettlergewande notdürftig umhüllt sind. Der plumpe Umriß dieser Pfeiler, der sich besonders bei den nach der Kuppel zu gelegenen Pfeilern (links auf Text-Abb. 2) störend bemerkbar macht, und ihre minderwertige Ausstattung fällt einem um so mehr auf, je länger man sie ansieht. Zieht man die Pfeiler von der andern Seite (Text-Abb. 3) zum Vergleich heran, so findet sich, daß hier die Pfeilerecken abweichend von den auf Text-Abb. 2 dargestellten ausgeklinkt sind. Diese Pfeilerecken sollen durch die Ausklinkung offenbar der darüber gelegenen einspringenden Ecke, zwischen den zwei aufruhenden Bögen, dem großen und dem durch diesen eingeschlossenen kleinen besser entsprechen. Text-Abb. 3 zeigt ferner auch handgreiflich die Ungeschicklichkeit in der Höhenbemessung des Pfeiler-

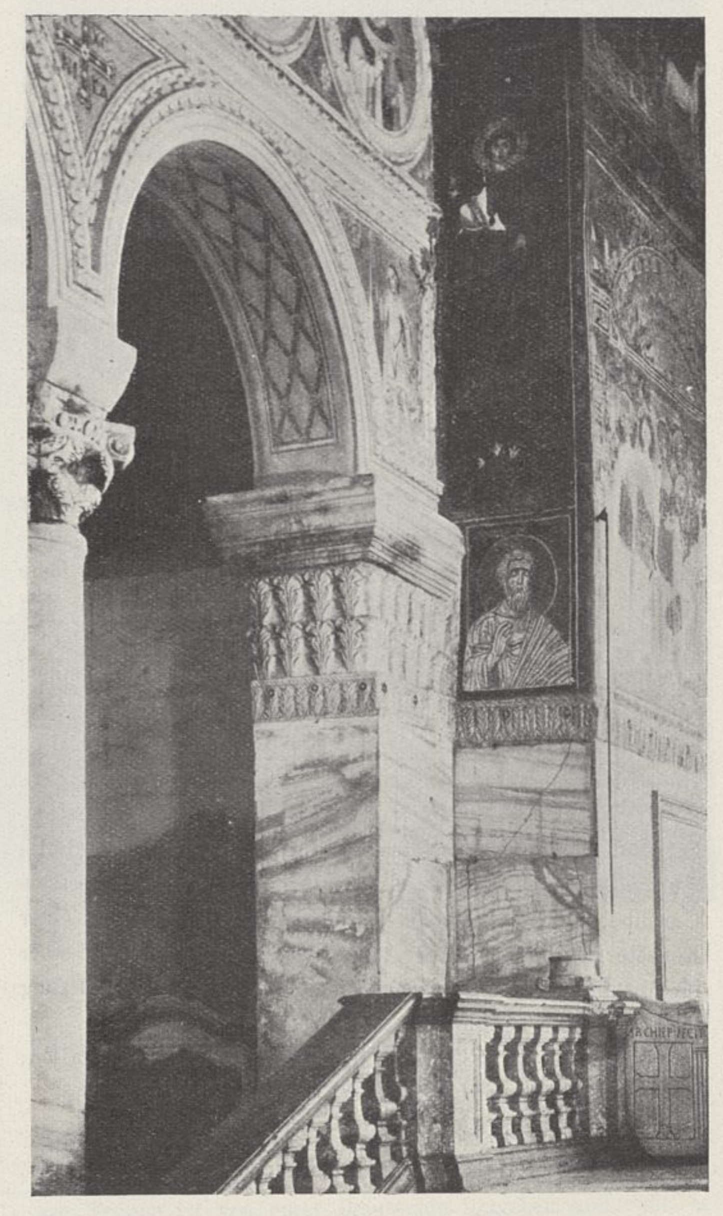


Abb. 1. San Apollinare in Classe.
Pfeiler neben der Apsis.

1) Der vorliegende Aufsatz bildet die Fortsetzung der in den Jahrgängen 1911/14/15 erschienenen Aufsätze über die Bauten Theoderichs des Großen und die Markuskirche in Venedig.

kapitelles. Damit die Kapitellhöhe nicht gar zu groß wurde, ist der untere abschließende Kerbstab des Pfeilerhalses nicht in der Höhe der Unterkante des rechts anschließenden kleinen Säulenkapitelles angeordnet, sondern höher, wo er sehr unschön in dieses Kapitell einschneidet. Kurzum auf beiden Seiten der Tribuna oder des Tribunals beweisen die jetzt vorhandenen Pfeiler klar, daß sie nicht der ursprünglichen Anordnung angehören können und daß die anfänglich hier stehenden Pfeiler herausgenommen und fortgebracht sein müssen. Machen wir uns daher, ohne uns vorläufig um die bedeutenden werklichen Schwierigkeiten zu kümmern, die die Herausnahme so wichtiger Stücke aus dem Baugefüge notwendigerweise verursachen mußte, auf die Suche nach ihrem Verbleib.

Wir finden diese Pfeiler, die ursprünglich die Gerichtsstätte Theoderichs des Gr. geziert haben, auf der früheren Gerichtsstätte der Venetianer wieder. Diese befand sich an der nordöstlichen Ecke der Piazetta in dem Winkel zwischen der Markuskirche und dem Dogenpalast, wie der Grundriß Text-Abb. 5 angibt, während eine Ansicht der betreffenden Platzecke auf Abb. 1 Bl. 40 dargestellt ist, woselbst auch die beiden frei aufgestellten Pfeiler zu sehen sind. Daß wir uns hier auf dem ehemaligen Gerichtsplatze der Venetianer befinden, darüber kann nach der Ausstattung dieser Platzecke kein Zweifel sein, wenn man sich bisher auch um diesen Gerichtsplatz anscheinend recht wenig gekümmert hat.

Unmittelbar vor der Südwestecke der Kirche findet sich hier der auf Abb. 1 Bl. 40 ganz im Vordergrund ersichtliche sonderbare hochangesehene Porphyr-Säulenstumpf, der pietra del bando, also zu deutsch Bannstein genannt wird. Er kennzeichnet die Stelle des Gerichts oder den Gerichtsbann[2]), und von diesem Steine aus wurden nach der Überlieferung die Gesetze der Republik, gewiß aber auch die von dem höchsten Gericht ergangenen Urteilssprüche verkündigt. Hinter dem Bannstein bemerkt man, zwischen den Säulen hindurchblickend, eine mit einem dunkeln eingelegten Kreuze ausgestattete Rück-

2) Dem deutschen bannen entspricht das italienische bandire. Grimm weist in seinem deutschen Wörterbuche darauf hin, daß es nahe liegt, bei bannen und bandire an das Band zu denken, welches als eine dünne Schnur bei den Germanen die Gerichtsstätte unverletzlich umhegte. Auf der Durchbrechung dieses Bandes während der Hegung standen die schwersten Strafen.

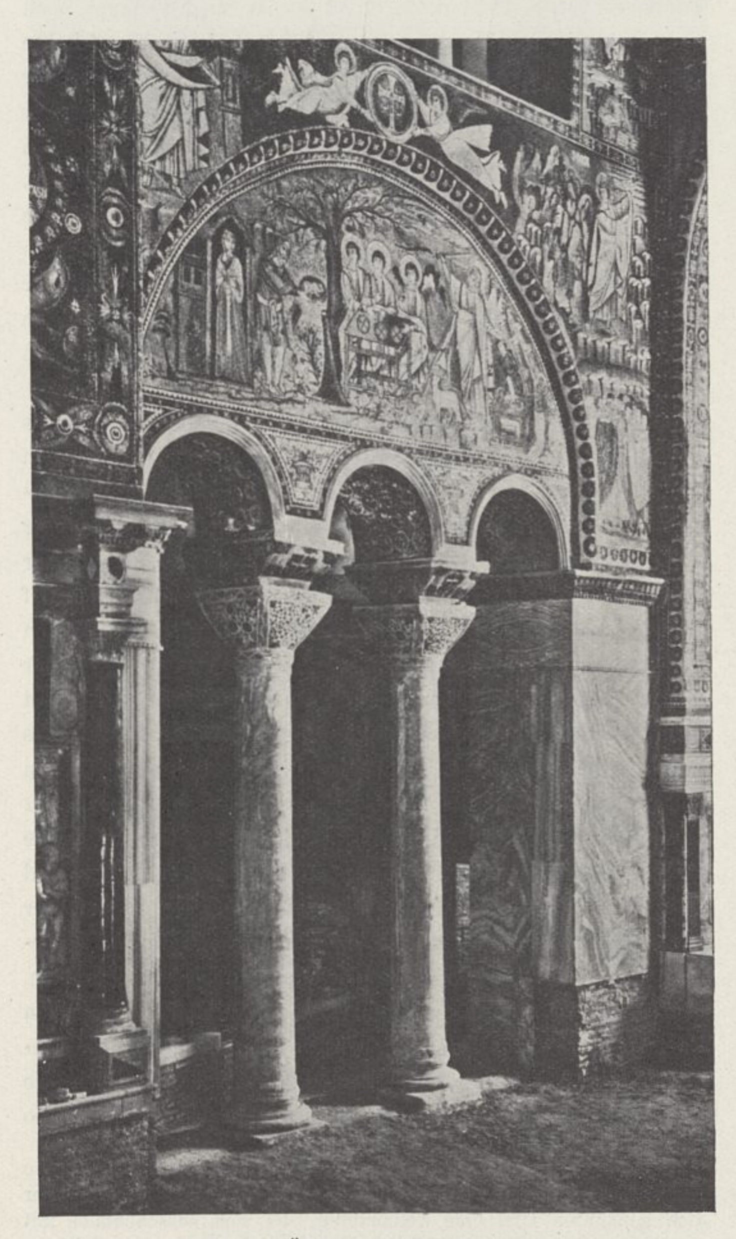


Abb. 2. Östliche Seite der Tribuna (während der Wiederherstellungsarbeiten).



Abb. 3. Westliche Seite der Tribuna.

Abb. 2 u. 3. San Vitale in Ravenna.

wand, wie aus Abb. 1 Bl. 40 und Text-Abb. 4 ersichtlich ist. Etwa in dieser Gegend muß sich früher der Richtersitz befunden haben. Zu beiden Seiten dieser Rückwand liegen auf niedrigen Säulen Greifen. Der Greif links (Text-Abb. 4) hält einen ruhig und gesichert daliegenden Widder gewissermaßend schützend zwischen seinen Vordertatzen, während der rechts gelegene die Pranken zerfleischend auf einen Drachen legt. Die Greifen sind daher offenbar als Sinnbilder der in zwiefacher Weise sich kundgebenden Macht der Gerechtigkeit anzusehen. Unschuldige und Friedfertige schützt sie, den Übeltäter dagegen zermalmt sie. Ganz oben hinter und über der Rückwand ist als Bekrönung des geschweiften marmornen Dachgiebelaufbaues der Kirche und als weitere Kennzeichnung des Gerichtsplatzes die stehende Figur einer Justitia mit Wage, Schwert und Krone (vgl. Abb. 1 Bl. 40 rechts oben neben der Fahnenstange) dargestellt. Auf dem zweiten, nach derselben Seite gewandten Kirchengiebel befindet sich eine ähnliche stehende weibliche Figur mit Schwert und Krone. Östlich wird diese Platzecke durch die Porta della Carta begrenzt, von der ein Stück auf Abb. 1 Bl. 40 und ein Gesamtbild auf Abb. 2 Bl. 40 gegeben ist. Hier befindet sich der Eingang zum Dogen- oder Herzogspalast (palazzo ducale) der Venetianer. Der geschweifte Giebel über dem Tore wird wieder gekrönt durch eine weibliche, diesmal sitzende Figur mit Wage, Schwert und Krone, die entweder die Gerechtigkeit selbst oder die Venetia mit den Abzeichen dieser darstellt. Auf dem während der Revolutionszeit zerstörten, jetzt wieder hergestellten Steinbilde über dem Tor hält der Löwe des heiligen Markus die Carta oder das Gesetz- und Verfassungsbuch der Venetianer mit der Tatze aufrecht, während der Doge dies Gesetzbuch knieend anerkennt. Jeder Doge mußte sofort nach seiner Wahl den Eid auf die Verfassung, die promissione, ablegen. An der vorspringenden Ecke des Dogenpalastes (Abb. 2 Bl. 40) ist im Erdgeschoß als Vorbild für den Richter das bekannte Urteil Salomos über die Teilung des Kindes dargestellt, eine schön ausgeführte Bildhauerarbeit aus der Blütezeit des gotischen Stiles in Venedig. Derselbe Gegenstand ist ja in manchem mittelalterlichen Rathaus- oder Gerichtssaal gleichfalls als Vorbild für den Rechtsprechenden dargestellt. Das Kapitell der Ecksäule unter dem Salomonsurteil zeigt an den vier Seiten kleine sehr fein ausgeführte Darstellungen, die sich wieder auf Gerichtswesen und Gesetzgebung beziehen und durch Beischriften gekennzeichnet sind. Es findet sich hier zunächst nochmals eine Justitia mit ihren kennzeichnenden Beigaben, dann ein Moses mit den Gesetzestafeln, ein Numa Pompilius, der den Römern ihre Gesetze nach den Vorschriften der Nymphe Egeria gab, ein Scipio, der der Gerechtigkeit selbst gegen seine Söhne freien Lauf ließ, und schließlich der durch seine Gerechtigkeit und Güte bekannte, von den Römern daher durch den Beinamen optimus ausgezeichnete Trajan, der hier mit einer Witwe dargestellt ist, der er wohl zu ihrem Rechte verhilft.

Auf dieser durch die bildlichen Darstellungen so klar als Gerichtsstätte bezeichneten Platzecke finden wir nun zwei der gesuchten Pfeiler, wie die Abb. 1 u. 2 Bl. 40 und Text-Abb. 4 nachweisen, wieder, und zwar die beiden stärkeren Pfeiler, die an ihrem ursprünglichen Standorte sich näher nach der Apsis zu befanden. Wo die beiden schwächeren Pfeiler hingekommen sind, ist hier vorläufig nicht zu untersuchen. Die beiden vorhandenen haben sich an ihrem jetzigen Platze auch schon einmal eine Umstellung gefallen lassen müssen, und zwar hat der östliche Pfeiler (*b* des Grundrisses Text-Abb. 5) ursprünglich bis zum 14. Jahrhundert westlich von dem jetzigen westlichen Pfeiler (*a*) näher am Bannstein bei *c* gestanden, wie dies auf dem Grundriß punktiert angegeben ist.[3]) Die beiden Pfeiler befanden sich früher also rechts und links vor der oben besprochenen Rückwand und der durch sie geschlossenen Bogenöffnung und fügten sich seitlich dem Sitze des venetianischen Richters wieder in ganz ähnlicher Weise an, wie einstmals dem Sitze Theoderichs des Gr. in seiner Gerichtshalle in Ravenna. Selbstredend ist hierin nicht etwa ein Zufall zu erblicken, sondern die aus Ravenna vertriebenen und im Venetianischen angesiedelten Goten oder deren Nachkommen wollten die kostbaren, durch ihren großen König und dessen Rechtsprechung geweihten Bauteile auch wieder an passender Stelle an ihrem neuen Wohnsitze unterbringen. Es sei hier nun gleich bemerkt, daß die besprochene Rückwand erst eine Zutat der allerjüngsten Zeit ist. Auf dem früher gegebenen Lichtbilde dieser Ecke der Markuskirche — Jahrg. 1911 d. Z., S. 33 — ist sie überhaupt noch nicht vorhanden, aber auch die daselbst ersichtliche schlichte hintere Wand und das große Butzenscheibenfenster darüber sind gleichfalls nur als spätere Zutaten anzusehen, aus der Zeit, als die angesehene venetianische Familie der Zeno sich den dahinter gelegenen Raum als Grabkapelle einrichtete. Das aus dem Grundriß nicht ersichtliche Grabmal in der Mitte des Raumes und der an die eingeschobene Südwand sich anschließende Altar mit säulengetragenem Baldachin darüber sind Werke aus dem Anfang des 16. Jahrhunderts, und die Wand mag in derselben Zeit, vielleicht aber auch schon früher, eingeschoben worden sein.

Strzygowski[4]) gibt nach Saccardo an, daß die neue Tür des Baptisteriums, auf Abb. 1 Bl. 40 rechts neben der besprochenen Wand gelegen, im 14. Jahrhundert durchgebrochen und damals der eine Pfeiler versetzt worden sei. Damals mag auch die Wand eingeschoben worden sein, so daß also früher der Raum sich mit einem großen Bogen, der am besten auf Abb. 2 im Jahrg. 1911 d. Bl., S. 33 zu ersehen ist, nach Süden zu öffnete. Der Platz des Richters wird dann etwas hinter diesem Bogen nach innen zu gelegen haben. Er wird jetzt noch dadurch gekennzeichnet, daß zu beiden Seiten des neuen Altars auf dem Fußboden die zwei ursprünglichen Marmorlöwen (*m* und *n* des Grundrisses) liegen, die in ganz ähnlicher Weise wie die oben geschilderten Greifen Tiere und Menschen zwischen und unter ihren Tatzen halten und sich daher als Gerichtslöwen kennzeichnen. Der Raum, der jetzt capella Zeno heißt, wird daher ursprünglich als Gerichtshalle oder Gerichtslaube der Venetianer anzusehen sein. Da bei dieser Anordnung der Richter innerhalb des großen Bogens oder etwas dahinter saß, so war er gegen die Unbilden der Witterung geschützt, und dabei war doch die Öffentlichkeit des Verfahrens, auf die in der Frühzeit so

3) Strzygowsky führt dies nach Saccardo an. Vgl. Antiochenische Kunst im Oriens christianus 1902, S. 429. Strzygowski gibt unter dem genannten Titel eine Abhandlung, die sich ausschließlich mit den beiden venetianischen Pfeilern beschäftigt, die er als aus Syrien stammend annimmt.

4) a. a. O. Seite 429.

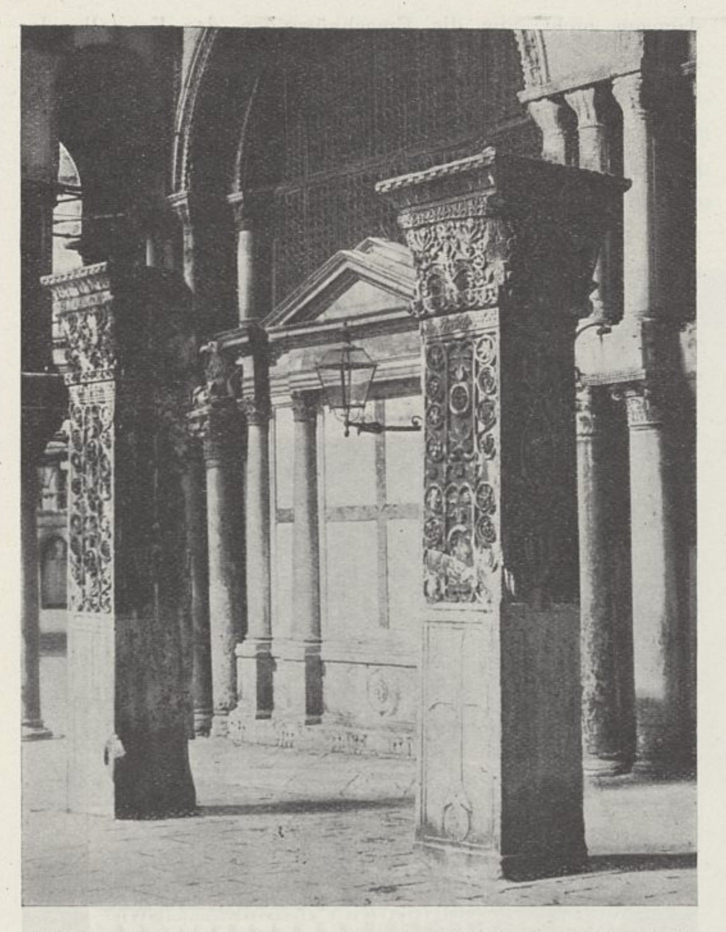


Abb. 4. Die beiden Pfeiler *a* u. *b* an der Südseite der Markuskirche in Venedig.

großer Wert gelegt wurde, gänzlich gewahrt. Später, als Venedig durch eine Oligarchie gelenkt wurde, traten sowohl der Doge wie das Volk in ihren Befugnissen zurück, die an einen Rat von schließlich 41 Mitgliedern übergingen. Damals hatte dieser größere Rat oder der die Gerichtsgeschäfte vorzugsweise besorgende Rat der Zehn kein Interesse mehr an der Öffentlichkeit des Verfahrens, sondern es wird im

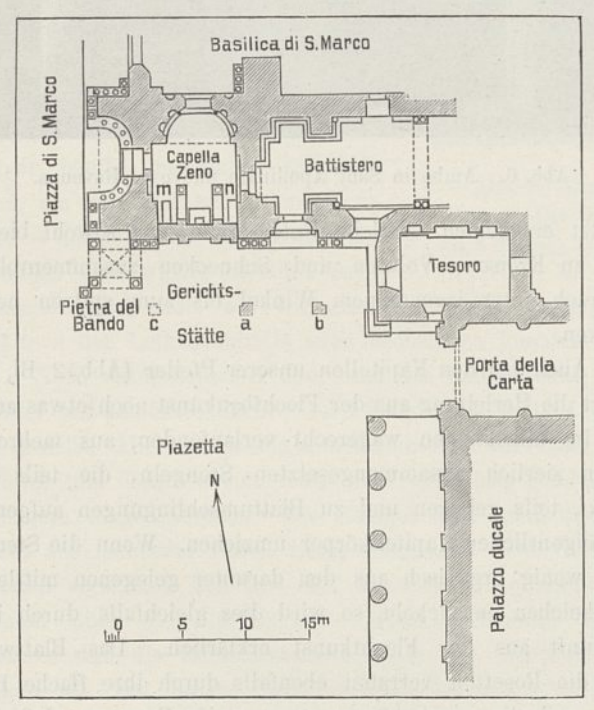


Abb. 5. Piazetta in Venedig. Grundriß der nordöstlichen Ecke.

Gegenteil in geschlossenen Räumen verhandelt und entschieden. Gewiß geschah es daher im Sinne der wenigen herrschenden Familien Venedigs, wenn sie das Andenken an die einstmaligen Befugnisse des Dogen und des Volkes, sowie den Ort, wo diese Befugnisse ausgeübt wurden, später allmählich in Vergessenheit geraten ließen. So mag es gekommen sein, daß man zuließ, daß aus der früheren Gerichtslaube eine Grabkapelle für eine einzelne Familie gemacht wurde, und daß man sich überhaupt so wenig um diesen alten Gerichtsplatz in Venedig kümmert. Wenn uns die Nachricht erhalten ist, daß ein venetianischer Feldherr im Jahre 1432 auf der Piazetta enthauptet wurde, und Mothes noch im Zweifel ist, ob er den Richt- und Gerichtsplatz der Venetianer an der hier besprochenen Ecke des Platzes zwischen den beiden Pfeilern oder an der südlichen Platzseite zwischen den beiden großen Säulen mit dem Markuslöwen und der Theodorsstatue darauf suchen solle, so kann nach dem obigen kein Zweifel darüber sein, daß der Richt- und Gerichtsplatz hier an den Pfeilern und neben dem Bannstein sich befunden hat.

Der oben gebrauchte Ausdruck Gerichtslaube kommt in Italien übrigens schon in sehr früher Zeit vor. Im Jahre 908 wird in Pavia schon von einer größeren Laube für Sitzungen gesprochen, die „unter dem Theoderich“ genannt wird,[5]) und zwar nach einem Mosaikbilde Theoderichs des Großen, der sich zu Pferde sitzend an dem Gewölbe der Gerichtshalle oder des Tribunals hatte abbilden lassen. Ähnlich, wenn auch nicht zu Pferde, haben wir ja schon sein Bild in Mosaik am Gewölbe seiner Gerichts- und Königshalle in Ravenna kennen gelernt (Jahrg. 1914 d. Z., Bl. 30). Für den Sitz des Richters innerhalb eines weiten Bogens, der hallen- oder laubenartig ausgebildet ist, und die Vereinigung dieses Bogens mit einem Bannsteine oder einer Bannsäule, sowie mit den kennzeichnenden Gerichtslöwen oder Greifen sollen unten noch einige weitere Beispiele gegeben werden. Hier müssen wir uns zunächst den beiden Pfeilern der Piazetta in Venedig zu näherer Betrachtung zuwenden.

Daß wir hier in der Tat die gesuchten Pfeiler aus der Gerichtshalle Theoderichs oder aus S. Vitale in Ravenna vor uns haben, beweist zunächst das Sinnbild der christlichen Herrschaft, das Kreuz auf einer Erdkugel stehend, das in ganz flachem Relief auf der unteren Hälfte der Vorderseite der Pfeiler angebracht ist (Text-Abb. 4). Das Sinnbild soll wohl bedeuten, daß das Kreuz Christi die ganze Welt beherrscht und daß daher alle Königreiche und ihre Herrscher unter Christus stehen und einer höheren Macht sich beugen müssen. Es sagt also etwa das gleiche wie das Mosaikbild in S. Vitale, auf dem Theoderich seine Krone aus Christi Hand erhält. Dasselbe Zeichen des Kreuzes auf einer Kugel in ganz ähnlicher Form und gleichfalls in flachem Relief findet sich auf der Brüstung des Ambo wieder, der in Theoderichs ehemaliger Hofkirche in Ravenna, jetzt Sant Apollinare nuovo genannt, noch bis heute erhalten ist (vgl. Text-

5) Mothes, Die Baukunst des Mittelalters in Italien, Jena 1884, führt S. 183 die Bezeichnung vom Jahre 908 an: in laubia majori, ubi dicitur sub Teuderico, ferner den etwa ein Jahrhundert früheren Agnellus, welcher dieselbe laubia als Gerichtsstätte (tribunale) bezeichnet.

Abb. 6).[6]) Es findet sich in anderer Form bisweilen auch schon in der Hand römischer Kaiser christlicher Zeit auf ihren Münzen vor, während in früherer Zeit eine Viktoria über der Erdkugel dahinschwebend in der Hand des Kaisers dargestellt wurde. Später wandelt es sich in den Reichsapfel um, aber auch schon Theoderichs Tochter und spätere Nachfolgerin Amalasuntha ist auf einer elfenbeinernen Diptychontafel abgebildet, wie sie einen Reichsapfel, eine große Kugel mit einem perlenbesetzten Kreuze darauf in der Hand trägt (vgl. Text-Abb. 7).[7]) Zunächst geben also diese gleichen Sinnbilder in Amalasunthas Hand und in Theoderichs Hofkirche den Fingerzeig dafür, daß diese Pfeiler aus einem Bau Theoderichs stammen. Dann aber ist der ganze Aufbau der Pfeiler so entworfen, wie wir ihn oben für die betreffende Stelle in S. Vitale als notwendig nachgewiesen haben, unten große ungemein kostbare einsteinige Marmorschäfte mit Verjüngung, darüber sehr hohe Kämpferkapitelle. Wenn diese bei den Pfeilern in Classe in drei Zonen übereinander abgeteilt sind, um die große Höhe passend zu gliedern, so findet man bei diesen Pfeilern (vgl. Abb. 2 Bl. 41) sogar fünf Zonen übereinander. Unten, noch dem Schafte angearbeitet, ist ein Halsstreifen mit einem Flechtbande von Z-förmigen Mäander-Verschlingungen angeordnet, darüber folgt ein reicher Wulst, verziert mit kleinen, nach oben offenen Halbkreisbogen, welche durch Flechtbänder miteinander verknüpft sind und Eiformen umschließen. Hierüber erhebt sich der eigentliche Kapitellkörper. Dieser ist mit reichem Blattwerk bedeckt, das sich in seiner flächigen, etwas mageren Haltung ganz dem Blattwerk auf den Kämpfersteinen der ursprünglich nebengelegenen Säulen (Jahrg. 1914 d. Z., S. 289, Abb. 17 u. 18) anschließt.

Die Ecken der Pfeilerkapitelle sind offenbar einmal mit Rankenwerk verziert gewesen, das sich ganz frei dem kelchförmigen Grunde vorlegte, ähnlich wie bei den sogenannten Lothoskapitellen, die ursprünglich in demselben Bau in gleicher Höhe mit diesen Pfeilerkapitellen angebracht waren, oder wie bei den Odinsknäufen aus Theoderichs Herrscherpalast. Die freiliegenden Ranken sind aber beim Ausbrechen, Heranschaffen und Aufstellen der Pfeiler offenbar abgebrochen, und man hat daher neue Ranken, so gut es eben ging, aus dem Grunde des Kapitells herausarbeiten müssen, wie dies Abb. 2 Bl. 41 noch wohl erkennen läßt.

Die Lothoskapitelle (Jahrg. 1911 d. Z., Bl. 6) zeigen nicht nur in der Umschnürung des Kapitells, sondern auch in den mittleren abgerundeten Blattlappen, sowie in den Früchten oder Knospen mit den zierlich geriefelten Stengeln deutlich die Herleitung aus der den germanischen Völkern ursprünglich eigenen Flechtbaukunst, die bei späterer Gelegenheit einmal gründlicher zu behandeln sein wird. In den fünflappigen Seitenblättern dieser Kapitellmittelstücke macht der Künstler sich aber schon frei von allzu ängstlicher Nachahmung der Flechtarbeit und nimmt mehr ein natürliches Blatt zum Vorbild. Bei den eben erwähnten, den Pfeilern ursprünglich ganz nahestehenden Säulen (Jahrg. 1914 d. Z., S. 290) sind dagegen nicht nur die Umschnürungen des Kapitells der Flechtkunst, die wir jetzt Korbflechterei nennen, entnommen, sondern auch die Flächen erscheinen wie mit Rutengeflecht überzogen. Das Blattwerk, das die Maschen des Rutengeflechtes und die Zwickel in den Umschnürungen zwischen den Ruten ausfüllt, erscheint bei diesen Säulenkapitellen noch mehr der Korbflechterei wie der Natur nachgebildet zu sein. Meistens, jedoch nicht immer, kennzeichnet sich die Herleitung der Schmuckformen aus der Korbflechterei dadurch, daß die Ranken und die Pflanzenstengel nicht in einfacher Rundung, sondern aus mehreren Ruten zusammengesetzt erscheinen. Solche Ruten kann man sowohl biegen und zu Kreisen, Voluten und Schnecken zusammenrollen, als auch unter irgendeinem Winkel bis zum spitzen herab knicken.

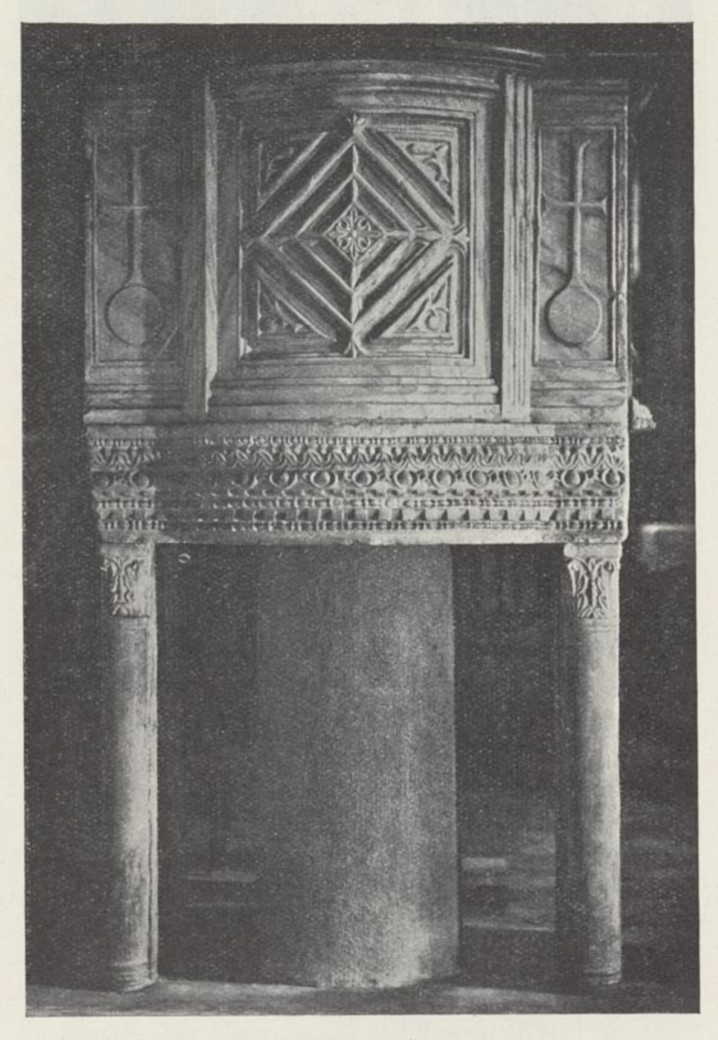


Abb. 6. Ambo in Sant' Apollinare nuovo in Ravenna.

Auch bei den Kapitellen unserer Pfeiler (Abb. 2 Bl. 41) klingt die Herleitung aus der Flechtbaukunst noch etwas an in den im allgemeinen wagerecht verlaufenden, aus mehreren Ruten zierlich zusammengesetzten Stengeln, die teils geknickt, teils gebogen und zu Blattumschlingungen aufgerollt den eigentlichen Kapitellkörper umziehen. Wenn die Stengel sich wenig organisch aus den darunter gelegenen mittleren Blattkelchen entwickeln, so wird dies gleichfalls durch ihre Herkunft aus der Flechtkunst erklärlich. Das Blattwerk und die Rosetten verraten ebenfalls durch ihre flache Haltung und die regelmäßige, etwas steife Formung, daß dem Künstler fast mehr Korbflechtarbeit als natürliches Laubwerk

6) Ein zweiter Ambo mit ähnlichen Darstellungen findet sich in der gleichfalls aus Theoderichs Zeit stammenden Kirche S. Spirito in Ravenna. Vgl. Abb. 72 im Werke von Haupt.

7) Abb. nach Graeven, Elfenbeinporträte der Königin Amalasvintha in Jahrb. der Kgl. preuß. Kunstsammlungen. 1898. Heft II.

beim Entwurfe und der Ausführung dieser Formen vorschwebte. Dasselbe ist der Fall bei dem unter dem Kapitell gelegenen, oben geschilderten Wulst mit den halbkreisförmigen zusammengebundenen Ranken, sowie bei dem kleinen über dem Kapitell angeordneten Friesstreifen, bei dem sich stark stilisierte Blumenkelche oder Lilien immer beiderseits an einen eiförmigen Kern legen. Über diesem Friesstreifen befindet sich dann die für sich gearbeitete Deckplatte. DiesePlatte ist, wie dies auch Strzygowsky [8]) anführt, neu. Zu irgendeiner Zeit hat man einmal in Venedig das Bedürfnis gefühlt, den alten Pfeilern eine Deckplatte aufzulegen. Diese hat man nach der gebräuchlichen Form des Glocken- oder Kranzleistens profiliert und mit einer Blätterreihe geschmückt, die die gebräuchlichen Renaissanceformen wiedergibt, aber flach gehalten ist, damit sie sich den unteren Formen gut anschließt. Wo die ursprüngliche Deckplatte geblieben ist, werden wir später sehen.

Auch die ganz eigenartig erfundene Vorderseite unserer Pfeiler (rechts auf Abb. 2 Bl. 41) zeigt die Herleitung der Formen aus der Flechtkunst. Um die für einen Tragepfeiler erwünschten senkrechten Linien zu erhalten, die sonst durch Kanneluren gegeben werden, sind hier senkrecht laufende Stäbe, die wieder aus mehreren Ruten nebeneinander gebildet sind, aufgeheftet. Die Stäbe teilen die Vorderseite in drei Streifen. Im Mittelstreifen laufen die Ruten in Weinblätter aus, zwischen denen sich Scheiben mit Monogrammen befinden, während in den Seitenstreifen die Ruten, wie dies bei der Korbmacherarbeit häufig geschieht, aufgerollt sind, um hier Weinblätter und Trauben zu umschließen. Die Blätter und Trauben sind wieder ziemlich naturalistisch gearbeitet, wie wir dies ja bei den fünflappigen Blättern der Lothoskapitelle auch beobachten konnten.

Abb. 7. Diptychontafel des 6. Jahrhunderts.
Die Gotenkönigin Amalasvintha.
(Nach Graeven, Elfenbeinporträte der Königin Amalasvintha.)

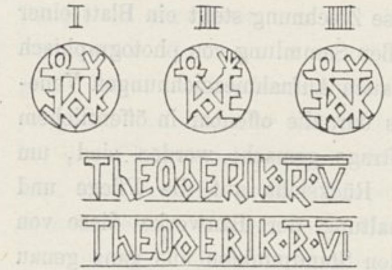
Noch naturalistischer aber sind die Trauben und Weinblätter auf den Seitenflächen der Pfeiler (Abb. 2 Bl. 41 links) dargestellt. Hier entwickeln sich Weinranken aus Vasen. Die Blätter und Trauben sind nicht von regelmäßig gekrümmten Stengeln eingeschlossen. Die Stengel sind rund, derb und nicht aus mehreren Ruten zusammengesetzt. Die Schmuckformen verbreiten sich frei und ohne Betonung senkrechter Linien über die Flächen, der gesamte Maßstab ist ein anderer und die Schmuckformen erscheinen daher fast roh gegen die viel feinere Durcharbeitung der Vorderseite. Es kann daher schon hiernach keinem Zweifel unterliegen, daß dieser Schmuck der Seitenflächen ebenso wie die Deckplatten eine nachträgliche Arbeit darstellt. Der Künstler ist bei dieser Arbeit wohl, indem er künstlich in einer altertümlichen, steifen und einem Renaissancemeister gar nicht liegenden Art arbeiten mußte, etwas ins Grobe und Rohe verfallen. Bestätigt wird das, was schon die Schmuckformen selbst sagen, durch eine Zeichnung des bekannten venetianischen Malers Antonio Canale oder Canaletto (1697 bis 1768), die die Seitenflächen der Pfeiler leer und ohne bildhauerischen Schmuck zeigt. Diese Zeichnung stellt ein Blatt einer großen Sammlung von photographisch genauen Aufnahmezeichnungen Venedigs dar, die offenbar in öffentlichem Auftrage gemacht worden sind, um mit Rücksicht auf die Pflege und Erhaltung der Bauwerke diese von vielen Standpunkten aus ganz genau im Bilde darzustellen und festzuhalten. Kein Schornstein und kein Giebelfensterchen ist in diesen Aufnahmezeichnungen vergessen, also sind die Seitenflächen der Pfeiler daselbst auch nicht etwa aus Nachlässigkeit leer geblieben, sondern sie haben ungefähr in der Mitte des 18. Jahrhunderts, als diese Zeichnungen entstanden, ihren Schmuck überhaupt noch nicht gehabt und derselbe ist später ausgearbeitet.[9]) Wie aber die Seitenflächen ihren Schmuck erst nachträglich erhielten, so wird auch die Hinterfläche des Pfeilers *b* erst nachträglich mit Schmuckformen versehen sein. Sie zeigt beim Pfeiler *b* dieselbe Ausstattung wie die Vorderseite, nur ist hier alles platter gearbeitet und vollständiger erhalten, wie dies bei Nacharbeiten von vornherein anzunehmen ist. An Stelle der Monogramme der Vorderseite sind hier nur einfache glatte Flächen in den Kreisen angeordnet. Beim Pfeiler *a* war ein Nacharbeiten der Hinterseite dagegen überhaupt nicht möglich, da hier die ganze Hinterfläche auf mindestens 20 cm Tiefe fortgebrochen ist, was wohl schon bei der Überführung der Pfeiler, nicht bei einem späteren benachbarten Brande, wie manche annehmen, geschehen ist.

Wir kommen nun zu den Monogrammen. Jeder Pfeiler wies ursprünglich deren zwei an der Vorderseite auf, aber eins

8) a. a. O. Seite 426.

9) Die Sammlung befindet sich im städtischen Museum (Museo civico Correr), das jetzt im ehemaligen Fondaco dei Turchi in Venedig untergebracht ist. Die betreffende fein ausgeführte Zeichnung ist als Nr. 4 der Ansichten der Piazetta bezeichnet. Die Pfeiler sind ganz im Vordergrunde dargestellt und daher ausreichend groß (etwa 12 cm hoch) und klar angegeben.

ist zerstört, wie Text-Abb. 4 und Abb. 2 Bl. 41 zeigen. Die übrigen drei sind anscheinend so gut wie vollständig erhalten, wenn es auch bei den Beschädigungen, die die Pfeiler überhaupt erlitten haben, nicht ausgeschlossen ist, daß bei den Monogrammen gleichfalls hier und da kleine Stückchen abgestoßen und verschwunden sind. Da die Pfeiler an einer der hervorragendsten Stellen Venedigs stehen, so fallen sie sowohl wie die Monogramme, die in Text-Abb. 8 deutlicher dargestellt sind, manchem Beschauer auf, und es ist daher kein Wunder, wenn viele Lösungen für die letzteren versucht worden sind, darunter ganz sonderbare, wie dies Mothes [10]) und Strzygowski [11]) schon anführen. Der eine hat darin



Monogramme:
I oben } am Pfeiler *a*.
II unten
III oben am Pfeiler *b*.

Lösung für Monogramm I.

Lösung für Monogramm II u. III.

Abb. 8. Monogramme der Pfeiler.

gelesen ein Deo optimo maximo, der andere ein A Dio Avvocato e Salvatore, A Dio Esauditore Sommo, A Dio Supremo e Massimo. Ein dritter (Rziha) hat sie sogar angesehen als „Meisterzeichen des Maurerbundes, die vollauf in die vierte Potenz des Vierpasses des romanischen Hauptschlüssels passen." Strzygowsky, der die Herkunft der Pfeiler aus Syrien annimmt, will den Namen des Künstlers der Pfeiler im Genitiv herauslesen und nimmt an, daß dieser aus Antiochia stamme und Patekos geheißen habe. Er liest daher *'ΑΝΤΙΟΧΕΙΟΥ ΠΑΤΕΚΟΥ* (des Antiocheers Patekos) heraus. Abgesehen von vielem andern, was gegen diese Lösung spricht, dürfte es schon schwer sein, den wichtigen Buchstaben *Α* aus den Monogrammen herauszufinden, trotz der Mühe, die Strzygowski sich in dieser Hinsicht gibt. Mothes führt nun zu meiner Genugtuung an, daß unter anderen auch jemand (der Name ist von Mothes leider nicht angegeben) schon einmal Theodoricus magnus aus diesen Monogrammen herausgelesen habe. Nun kann sich Theoderich selbst aber unmöglich die Bezeichnung magnus zulegen, die nur von der bewundernden Nachwelt erteilt wird. Er ist dagegen auf einem gegen Ende des vorigen Jahrhunderts in Italien gefundenen und gewiß aus seiner Zeit stammenden Goldmedaillon bezeichnet als Rex Theodericus victor gentium.[12]) Die Bezeichnungen rex und victor könnten sich daher auf unseren Monogrammen schon eher vorfinden. Es ist ferner wohl anzunehmen, daß Theoderich in seiner Königshalle seinen Namen nicht in lateinischer oder griechischer, sondern in ostgotischer Form und mit ebensolchen Buchstaben geschrieben, habe anbringen lassen. Der Name Theoderich ist uns aber in ostgotischer Form überhaupt nicht überliefert und bekannt. Förstermann gibt in seinem großen einschlägigen

10) Mothes, Geschichte der Baukunst und Bildhauerei Venedigs, Leipzig 1859.

11) a. a. O. S. 431.

12) Vgl. Abb. der Schaumünze und der Inschrift bei A. v. Sallet, Münzen und Medaillen, Berlin 1898, Seite 101.

Werke [13]) für diesen Namen etwa 120 verschiedene Schreibweisen an, welche von Theudoricus über Theoderick, Theoderihe, Tiutrich, Thiederick usw. schließlich bis zum altnordischen Thiodrekr laufen. Eine ausgesprochene ostgotische Form wird von ihm aber nicht angeführt und findet sich auch nirgends vor. Der Name wird jetzt noch sowohl von den Franzosen, als auch zuweilen von deutschen Gelehrten [14]) Theoderic geschrieben. Ähnlich ist er auf der Erzstatue Peter Vischers am Grabmal des Kaisers Maximilian in Insbruck als Teodorick angegeben.[15]) Betrachtet man nun die drei in Text-Abb. 8 dargestellten Monogramme, so ergibt sich zunächst, daß sie untereinander sehr ähnlich sind. Sie dürften daher alle drei denselben Namen nur mit geringfügigen Änderungen an den Buchstaben enthalten, wie es ja auch bei Kapitellen und anderen Bauteilen im Mittelalter vielfach üblich war, nicht genau Gleiches nebeneinander zu stellen. Dann läßt sich ferner ohne große Schwierigkeit aus allen dreien Theoderik r(ex) v(ictor) herauslesen, wie die beiden Auflösungen in Text-Abb. 8 angeben. Die obere Lösung lehnt sich dabei an die Buchstabenformen des Monogramms I, die untere an II und III an. Der Name Theoderik ist hiernach zum Teil mit gotischen Buchstaben geschrieben, wie sie uns aus dem Codex argenteus der Bibelübersetzung des Wulfila bekannt sind, nur sind die Buchstaben, der Steinarbeit entsprechend, hier etwas eckiger gehalten als in der Handschrift. Die Buchstaben des Codex argenteus gleichen vielfach, wie das Alphabet in der Ausgabe von Heyne-Wrede (Paderborn 1896, S. 336) nachweist,[16]) den lateinischen. Das H nimmt jedoch eine Form an, die dem kleinen lateinischen h, und das D, eine solche, die dem kleinen deutschen oder gotischen 𝔡 sehr ähnlich sieht. Beide Buchstaben kommen gerade in unseren Monogrammen vor. Das 𝔡 zeigt bei zweien die Fahne schräg nach links, bei einem senkrecht nach oben. Das R entwickelt sich bei allen dreien vom Schafte des T nach rechts und enthält im unteren Teile zugleich ein h. Das beim Monogramm II anscheinend fehlende K läßt sich gleichfalls aus dem R herauslesen, oder der Schreiber hat hier zur Abwechslung einmal eine andere Schreibweise, z. B. Theoderih, gewählt.[17])

13) Förstermann, Altdeutsches Namensbuch, Bonn 1900.

14) Z. B. in der Ausgabe des Wulfila von Heyne-Wrede, Paderborn 1896.

15) Kaiser Max war ein Liebhaber und Kenner der alten Sagen und Lieder. Nur seiner Sorgfalt ist es zu danken, daß die Lieder von Dietrich von Bern aufgezeichnet und uns hierdurch erhalten worden sind. Eine zutreffende oder wenigstens nicht ganz falsche Schreibweise des Namens Theoderich ist daher an seinem Grabmal wohl zu erwarten.

16) Vgl. auch das faksimilierte Blatt mit dem gotischen Vaterunser aus dem Codex argenteus bei R. König, Deutsche Literaturgeschichte. Dieses Blatt enthält auch die vier Evangelistennamen in abgekürzter Form, wobei die Buchstaben zu Monogrammen von ähnlicher Art zusammengestellt sind wie bei den oben besprochenen. Alle vier Monogramme zeigen hierbei auch einen wagerechten Strich über den Buchstaben, welcher ähnlich wie bei Monogramm I und III angibt, daß Abkürzungen vorgenommen sind. In den Schreiben Theoderichs, die uns unter Cassiodors Namen erhalten sind, ist der Titel in der Über- oder Anschrift fast immer in abgekürzter Form mit einem wagerechten Strich über den Buchstaben angegeben, z. B. heißt PPO praefectus praetorio und VI viro illustri.

17) Das auslautende h wird im Gotischen nach Heyne-Wrede wie ch gesprochen, das eo stellt daselbst einen Diphthong dar, der wie unser eu gesprochen wird.

Da die Monogramme absichtlich verschieden gehalten sind, so tritt bei dem einen dieser, bei dem andern jener Buchstabe mehr hervor, auch kann hier und da ein kennzeichnendes Ansatzstückchen irgend eines Buchstabens abgebrochen sein, wie ja das vierte Monogramm gänzlich zerstört ist. Die Bezeichnungen rex und victor lassen sich teilweise ganz einschließlich des X und C, teilweise abgekürzt als re und vi oder r und v herauslesen. Die Schreibweise, nach der der Name in germanischer Form und Buchstaben, der Titel oder Beiname dagegen in lateinischer Form und Buchstaben, und zwar abgekürzt angegeben wird, kommt bis zum heutigen Tage ab und an noch vor, wofür wohl Beispiele nicht gegeben zu werden brauchen. Aus früherer Zeit seien hier nur folgende Belege für Ähnliches angeführt:

Der Frankenkönig Theodebert I. (534 — 548) ein naher Verwandter Theoderichs des Großen, der vielleicht auch an dessen Hof in Ravenna erzogen worden war,[18]) bezeichnet sich auf Münzen als Theodebertus vi. Also wieder derselbe Beiname victor in lateinischer Sprache und abgekürzt.[19])

Der deutsche König Heinrich I. (916 — 936) nennt sich auf Münzen Heginric rex, also der Name in deutscher, der Titel in lateinischer Sprache.[20])

Der Dänenkönig Sven (1047 — 1076) bezeichnet sich als: Sven rex Tanorum (für Danorum) „das REX lateinisch, alles übrige in Runen geschrieben“, der Name hier also wieder in germanischer Sprache und Buchstaben, der Titel in beiden lateinisch.[21])

Es dürfte daher wohl die in den Lösungen in Text-Abb. 8 gegebene Lesart der vielumstrittenen Monogramme, auf die es notwendig war, sich hier näher einzulassen, als die richtige anzusehen sein. Diese Lesart ordnet sich außerdem dem ganzen Gange der hier gegebenen Beweisführung ein, wonach sowohl die besprochenen Pfeiler, als auch so viele andere Bauteile der Markuskirche in Venedig, die Odinsknäufe, die Portale, die Halbkreisnischen der Vorhalle, die Stufen zum Chore und anderes mehr den Bauten Theoderichs in Ravenna entnommen worden sind. Schließlich bedarf aber noch die von manchen ausgesprochene Ansicht der Prüfung und Widerlegung, nach der die beiden besprochenen Pfeiler nicht aus Ravenna, sondern aus der durch die Kreuzzüge bekannten Hafenstadt Ptolemais oder Accon in Syrien stammen sollen, die auch Akkâ, Acri oder St. Jean d'Acre genannt wird. Diese Ansicht ist, wenn man ihren Ursprung verfolgt, auf die Nachricht zurückzuführen, daß die Genueser 1258 bei Akkâ von den Venetianern geschlagen wurden, und daß der siegreiche Feldherr Lorenzo Tiepolo von dort „due balestrate della bocca della Monzoia“ mitgebracht habe, die in Akkâ gegenüber der Kirche S. Saba aufgestellt gewesen sein sollen.[22]) Die beiden besprochenen Pfeiler sollen nun diese due balestrate sein. Nun liegt aber nicht die mindeste Berechtigung vor, das Wort balestrate mit Pfeiler zu übersetzen, sondern man muß entweder „Ballustrade“ übertragen, die auch im heutigen Italienischen noch ballustrata heißt, oder was wohl wahrscheinlicher ist, es hat sich um zwei Wurfgeschütze oder Ballisten gehandelt. Die Armbrust, die im Deutschen in früherer Zeit zuweilen auch Balester genannt wird, heißt im Italienischen balestra, und hiervon mag das Wort balestrata irgendeine Ableitung darstellen, da es eine ganze Unzahl von Namen für Wurfgeschütze je nach ihrer sehr verschiedenen Art und Größe gibt.[23]) Dann waren mit den due balestrate also zwei Wurfgeschütze gemeint, die früher an der Mündung der Monzoia (bocca della Monzoia) gestanden hatten. Ob unter Monzoia nun eine Zitadelle gemeint ist, wie Strzygowski annimmt, oder ein Flüßchen, ein Hafenbecken oder ähnliches mag dahingestellt bleiben. Wenn man die beiden eroberten Geschütze oder balestrate auf dem hervorragendsten Platze Venedigs, der Piazetta, angesichts der Mündung des Gran canale aufstellte, so gab man ihnen wieder eine ähnliche Aufstellung, wie sie früher gehabt hatten, und handelte mit ihnen gerade so, wie man heute noch mit eroberten Geschützen häufig verfährt. Der Ansicht, daß die beiden Pfeiler aus Accon stammten und die due balestrate seien, braucht daher wohl, so vielfach sie sich auch ausgesprochen findet, hier kaum weiter entgegengetreten zu werden. Sie ist ebensowenig begründet wie die Volkssagen bei manchen anderen Bauteilen von S. Marco, wonach diese dem Tempel Salomonis entnommen sein sollen.

Noch bedarf die Schwierigkeit, die kostbaren Pfeiler aus ihrem Standort in Theoderichs Gerichtshalle zu lösen und hierher zu übertragen, der Würdigung. Die Schwierigkeit ist zweifellos eine recht bedeutende. Wenn aber, wie hier zunächst angenommen ist, und wie bei späterer Gelegenheit noch näher zu begründen sein wird, die erste Übertragung von Bauteilen aus Theoderichs Bauten nach Venedig schon nach der Einnahme Ravennas durch die mit Justinians Genehmigung von dort abziehenden Goten etwa im Jahre 539, oder vielleicht auch nach der Schlacht am Vesuv (552) stattfand, so lebten damals noch die Meister oder deren Schüler, die im ersten Jahrzehnt des 6. Jahrhunderts die Gerichtshalle Theoderichs so meisterhaft entworfen und ausgeführt hatten, und die für das Grabmal Theoderichs († 526) den gewaltigen Deckstein von etwa 11 m Durchmesser und 2,2 m Stärke (in rechteckiger Ummessung rd. 266 cbm fassend) in den Steinbrüchen Istriens lösen, ihn zum Hafen, über das Meer, und oben auf das Grabmal schaffen konnten. Für derartige Meister oder deren Schüler dürfte die Auslösung der in den einsteinigen Schäften je etwa $2^1/_2$ cbm fassenden, hier besprochenen Steinpfeiler aus der jetzigen Vitaliskirche, ihre Verschiffung über das Meer und ihre Neuaufstellung in Venedig nicht als eine zu schwierige Aufgabe zu bezeichnen sein. Die Auslösung geschah, wenn man zweckmäßig verfahren wollte, wohl in der Weise, daß man zunächst die ursprüngliche Abdeckplatte des Pfeilers (vgl. Text-Abb. 2) durch vorgelegte entsprechend gepolsterte Rähme, Stützen und Streben von Holz kräftigst von beiden Seiten her abstützte, dann den Pfeilerschaft unterarbeitete

18) Vgl. Jornandes Getica cap. 57. Jornandes berichtet, daß Theodebert am Hofe Theoderichs des Gr. seine Jugend verbracht habe. Es liegt hier aber anscheinend eine Verwechslung Theodeberts mit seinem Vater Theoderich, dem Sohne Chlodwigs und Frauenbruder Theoderichs des Gr., vor.

19) Vgl. v. Sallet a. a. O. S. 102.

20) Ebenda S. 118.

21) Ebenda S. 121.

22) Vgl. Strzygowski a. a. O. S. 428.

23) R. Schneider, Die antiken Geschütze der Saalburg, Berlin 1913, führt unter anderen (S. 15) den Namen Cheiroballistra aus byzantinischer Zeit für Wurfgeschütze an. Fahrbare werden carroballistae genannt.

und ihn, vielleicht unter Zuhilfenahme von Sandtöpfen oder -kasten, die schon dem Altertum bekannt waren, nach unten hin absinken ließ, um ihn darauf zunächst nach vorne (nach der Säule zu), später nach der Seite herauszuholen. Eine schwierige, aber wohl ausführbare Arbeit. Sie zeigt, welchen Wert die Goten darauf legten, die Reliquien, die durch das Andenken an ihren großen König geweiht waren, zum neuen Wohnsitze mitzunehmen. Die Pfeiler werden auf der Rückseite mit starken Bronzedübeln und Klammern mit dem übrigen Mauerwerk verbunden gewesen sein, wie die schwächeren Haken und Dübel, die die Marmorbekleidung der Wände hielten, jetzt noch vielfach an ravennatischen Bauten wahrzunehmen sind. Dann erklärt es sich leicht, daß beim Auslösen von dem einen stärkeren Pfeiler die Hinterseite abplatzte, während die beiden schwächeren Pfeiler hierbei ganz zerstört wurden, so daß wir von ihnen keine Spur mehr finden. Ebenso erklärt die einspringende Ecke an der jetzigen Rückseite der Pfeiler sich leicht aus ihrem früheren Standort. Sie war dazu bestimmt, die Gesimse des Pfeilers nach einer Gehrung an einer glatten Marmorfläche sich tot laufen zu lassen, damit sie nicht in unschöner Weise in die abgerundete, mit Mosaik geschmückte Ecke des Apsispfeilers (vgl. Text-Abb. 2) einschnitten.

Wenn die obige Schilderung des werklichen Vorgehens bei der Herausnahme der Pfeiler richtig ist, so müßte die alte Abdeckplatte an Ort und Stelle verblieben und dort neu untermauert worden sein. Daß dem so ist, geht aus Text-Abb. 2 und Abb. 1 Bl. 41 hervor. Die reichgezierten Abdeckplatten, die jetzt noch auf den Pfeilern in S. Vitale vorhanden sind, mit ihren vielen Gliederungen und dem scharfgezeichneten Blattwerk, passen nicht auf die plumpen Pfeiler, wohl aber würden sie ausgezeichnet an Stelle der jetzt vorhandenen Abdeckplatten auf die Pfeiler neben der Markuskirche passen. Der Umriß der einzelnen Blätter der oberen abschließenden Blattwelle ist auch hier wieder durch je zwei Ruten angegeben in derselben Weise wie die Ranken auf der Vorderseite der venetianischen Pfeiler. Die kleinen Kelche oder Lilien zwischen je zwei Blättern entsprechen ferner wieder ganz den schräggestellten Lilien auf dem schmalen Friesstreifen unter der Abdeckplatte dieser Pfeiler. Die an Ort und Stelle verbliebenen Abdeckplatten, verglichen mit denjenigen, welche jetzt die venetianischen Pfeiler abschließen, liefern daher gleichfalls den untrüglichen Beweis für die Herkunft der Pfeiler aus S. Vitale. Hat man sein Auge durch die Betrachtung der Kunstformen der Pfeiler auf Abb. 2 Bl. 41 etwas mehr geübt, so wird man auch noch klarer erkennen, daß die Ecken am eigentlichen Kapitellkörper nachgearbeitet sind. Die beiden Akanthusblätter, die sich daselbst aufrechtstehend zusammenschließen, zeigen nicht die Art der Bearbeitung wie die nebenstehenden Akanthusblätter, sondern schließen sich denen der Deckplatte an. Ebenso ist die Füllung in den drei zusammengerollten Ranken daselbst zu groß und zu einfach gehalten im Vergleich zu den benachbarten Ranken, und kennzeichnet sich daher auch als Nacharbeit.

Wenn in den Schmuckformen der Pfeiler im allgemeinen die Flechtarbeit anklingt, so finden sich doch auch, insbesondere in den Abdeckplatten, einige Anklänge an Holzarbeit, die sich auch an dem Ambo aus Theoderichs Christuskirche (Text-Abb. 6) wiederfinden. Arbeitet man in Holz ein einfaches Profil aus, so ist es für einen gewandten Holzarbeiter ein leichtes durch einige Schläge mit dem Meißel oder auch mit dem Dächsel die scharfen Kanten des Profils an passender Stelle einzukerben und so Zahnschnitte herzustellen, oder auch Eier- und Perlenstäbe oder Blattwellen und ähnliches mit wenigen Schlägen zu bilden. Es ergibt sich hierdurch ein großer Reichtum von Formen, wobei vor allem die Zahnschnitte in verschiedener Art sehr beliebt sind. Manche Schwellen- und Rähmverzierungen an alten deutschen Fachwerkhäusern oder auch mancher Schrank der Renaissancezeit liefern uns den Beweis hierfür. In ähnlicher Weise finden wir hier die alte Abdeckplatte der Pfeiler und das architravartige Gesims unter der Ambobrüstung reich belebt. Die Brüstung selbst zeigt ein Schmuckmotiv, welches wir als dem Formenschatz der sogenannten verdoppelten Brettarbeit entnommen bezeichnen müssen, und welches sich häufig an Haustüren in allen germanischen Ländern von den Alpen bis nach Skandinavien, zuweilen aber auch an ganzen mit Brettern bekleideten Hausfassaden wiederfindet. Bei der Brettarbeit kommt diese Schmuckform nur bei ebenen Flächen vor; in der Steinarbeit hat hier der Künstler aber dies Motiv auch auf eine gekrümmte Fläche übertragen und sich auch dort, wo die Profile zusammenschneiden, einige Freiheiten erlaubt, ohne sich gar zu ängstlich an sein Vorbild zu halten. Auch die Ausbildung der beiden kannelierten Pfosten der Brüstung des Ambos und die Art, wie sich das obere und untere Gesims an diesen Pfosten totlaufen, erinnert ganz an Holzarbeit. Ein rechtes Kennzeichen der letzteren ist auch die ausgegründete Arbeit, bei welcher die darzustellende Schmuckform in der Vorderfläche glatt oder mit ganz geringer Reliefgebung stehen bleibt, während rings um dieselbe der Grund etwas ausgehoben wird. In solcher Art sind auf der Brüstung die Kreuze auf den Kugeln, sowie die Früchte, Kelche und Sterne beim mittleren Quadrat, ferner auf den Pfeilern gleichfalls die unteren Kreuze, der Z-förmige Mäander und die Blätter der ursprünglichen Abdeckplatte gehalten. Die Stützen unter dem Ambo, die allerdings wohl kaum einen ursprünglichen Zubehör darstellen, sind auch wieder im Holzstil gehalten, indem am Kapitell und Sockel alle weiten Ausladungen vermieden sind, wodurch die Stützen wie aus einem vierkantigen Stück Holz geschnitten erscheinen.[24])

Auf die ursprüngliche Flecht- und Holzbaukunst der Germanen deutet bei den in Theoderichs Bauten angewandten Kunstformen also sehr vieles hin. Im sogenannten byzantinischen Stil und weiter in davon abgeleiteten orientalischen und sonstigen Stilarten finden sich diese Flechtformen in der vielseitigsten Weise und in vielen Werkstoffen, in Marmor, Stuck, Fayence, Holz, Metall, Leder usw. wieder vor. Da sie aber hier zum ersten Male an Theoderichs Bauten in so entwickelter Form auftreten, so mag das obige nähere Eingehen auf diese neuen Formen an dieser Stelle gerechtfertigt erscheinen.

24) Auf die Ableitung von Holzbaukunst weist A. Haupt in seinem Werke, Die älteste Kunst, insbesondere die Baukunst der Germanen, Leipzig 1909, bei diesen Stützen schon hin, und sein ganzes Werk beruht auf ähnlichen Ausführungen. Auf die Entwicklung von Formen aus der Flechtbaukunst finden sich dagegen bei Stephani, Der älteste deutsche Wohnbau und seine Einrichtung, Leipzig 1902, mancherlei allerdings nicht so eingehende Hindeutungen.



Abb. 9. Porphyrkopf auf der Brüstung der Vorhalle der Markuskirche in Venedig.

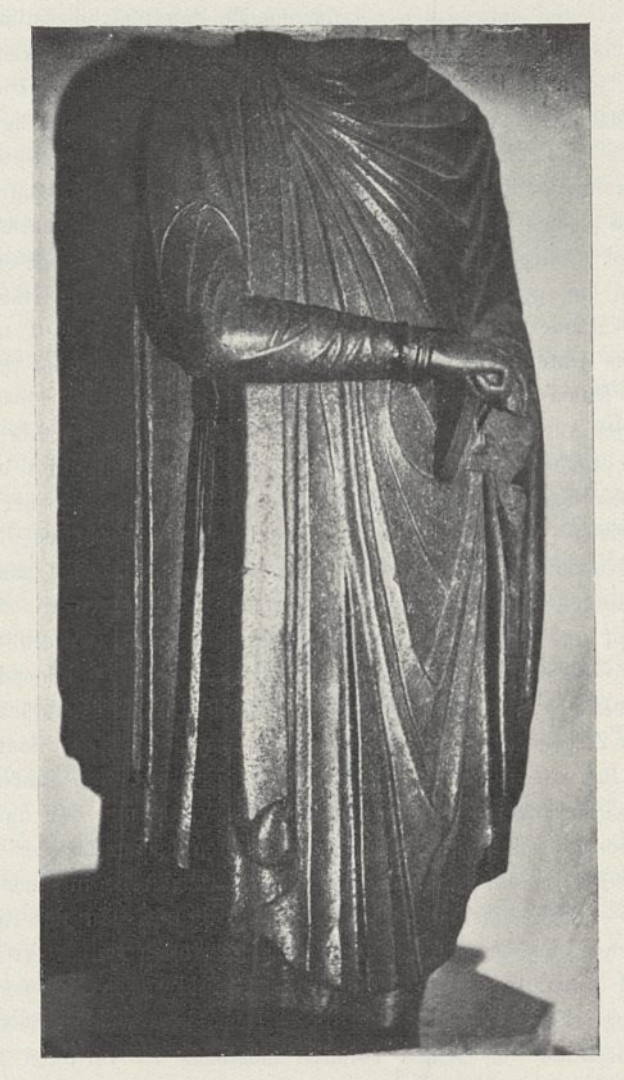


Abb. 10. Porphyrtorso in Ravenna.

Wenn nun die aus Ravenna vertriebenen Goten oder auch weiterhin in späterer Zeit diejenigen Venetianer, die sich als Abkömmlinge dieser Goten fühlten, voller Ehrfurcht Teile von Bauten ihres größten Königs nach Venedig überführten, wenn sie ihren Gerichtsplatz mit Reliquien ausstatteten, die vom Gerichtsplatz dieses Königs stammten, so drängt sich die natürliche Frage auf: Haben denn diese venetianischen Goten nicht auch Denkmäler, die diesen durch seine Rechtspflege berühmten König selbst darstellten, nach Venedig auf ihre Gerichsstätte übertragen? Es ist uns die Kunde von verschiedenen Denkmälern erhalten, die König Theoderich von sich machen ließ. „Die Standbilder der Fürsten pflegt man an hervorragenden Plätzen der Straßen aufzustellen, damit sie sich durch ihren Anblick dem Gedächtnis der Vorübergehenden einprägen", sagt Cassiodor[25]) und weist durch diese Worte die Aufstellung von Denkmälern der Fürsten zu seiner Zeit als etwas allgemein Übliches nach.

Zur Beantwortung der aufgeworfenen Frage lasse man auf der Abb. 1 Bl. 40 den Blick vom Bannstein aufwärts über die Säulen und Säulchen der Ecke des Vorhallenbaues bis zu dessen Brüstung gleiten. Dort ist auf dem Eckpfeiler vor dem Sockelstein der Fahnenstange der aus Porphyr gearbeitete Kopf eines Herrschers angebracht. Der Eckstein selbst ist dadurch gewonnen, daß von einem viersäuligen Bündelpfeiler mit verschlungenen Säulchen das untere Ende abgeschlagen und der obere Rest aufgestellt worden ist, wie wir dies an einer nebengelegenen Ecke der Brüstung schon früher sahen.[26]) Der Kopf ist in größerem Maßstabe in Text-Abb. 9 gegeben. Ein besseres Lichtbild ließ sich leider nicht gewinnen, da man von dem platten Vorhallendache aus ihn immer nur stark von hinten sieht und auch die auf die Brüstung aufgesetzten Marmoreicheln für die Aufnahme hinderlich sind. Als Haupt eines Herrschers kennzeichnet sich der Kopf durch das krönende Diadem, durch die aufrechte, echt herrschermäßige Haltung des Hauptes, das auf einem stolz und aufrecht getragenen Körper sich befunden haben muß, sowie durch den Ausdruck des Antlitzes. Ein solches Diadem, verziert mit etwa acht größeren Steinen, zwischen denen sich senkrecht Reihen aus zwei bis drei kleineren Steinen oder Perlen bestehend herunterziehen, lernten wir schon früher auf dem Apsismosaik von San Vitale[27]) kennen, woselbst der thronende Christus dem Könige Theoderich die Herrscherkrone überreicht. Unter der Krone drängt sich ringsum das Haar in gleichmäßig abgeteilten Locken oder Wellen hervor. Die sorgfältige Wellung des Haares wird in einer Beschreibung des Aussehens des Königs gerade besonders hervorgehoben.[28]) Im übrigen ist das Haar über der Stirn nach einer geraden Linie abgeschnitten, wie wir dies beim Besuch in der Haarschneidestube des gotischen Baders und Haarkünstlers bereits kennen lernten.[29]) Das Gesicht ist bartlos, wie dies für Theoderich in der genannten Beschreibung gleichfalls hervorgehoben ist. Der Ausdruck des Kopfes ist sehr ernst und streng ohne Wildheit oder Grimm. Die über den großen, weitgeöffneten Augen hoch und regelmäßig geschwungenen Brauen geben dem Antlitz ein kluges und entschiedenes Ansehen, der Mund und die Züge um ihn zeugen von Willenskraft. Das Antlitz ist vortrefflich und äußerst lebensvoll gearbeitet, was bei einem so spröden Werkstoff wie Porphyr doppelt anzuerkennen ist. Der Ausdruck des Kopfes zeigt Zurückhaltung, Gerechtigkeit und Strenge und dabei eine so

25) Cassiod. Expos. in psalm 73: Solent statuae principum in plateis per loca edita collocari, ut viantium memoria visis talibus instruatur.

26) Vgl. Abb. 8 S. 55, Jahrg. 1911 d. Z.

27) Jahrg. 1914 d. Z., Bl. 29.

28) Vgl. Peringsköld, Annotationes in vitam Theoderici, Stockholm 1649.

29) Jahrg. 1915 d. Z., S. 169.

gespannte Aufmerksamkeit, daß man glaubt, der Träger dieses Antlitzes würde im Augenblicke hochfahren, um ein strenges aber gerechtes Urteil über einen Übeltäter zu fällen oder um einem Feinde des Reichs mit größter Entschiedenheit entgegenzutreten. Dieser Kopf entspricht so recht dem Bilde, das man sich nach der deutschen Sage von Theoderich dem Großen oder Dietrich von Bern machen kann. Nach langem gemäßigten Zurückhalten kann er schließlich in den furchtbarsten Kampfeszorn geraten. Nach der Sage bricht dann Feuer aus seinem Munde, und er zwingt in diesem Kampfesmut unwiderstehlich die stärksten Recken nieder. Bei späterer Gelegenheit werden wir noch ein anderes Bildnis Theoderichs, und zwar in Mosaik in trefflicher Arbeit und dieses Mal den Kopf ganz von vorne gesehen kennen lernen. Dann wird auch Gelegenheit sein, diese Bildnisse mit dem offenbar jüngeren des oben genannten Goldmedaillons, sowie mit einem trefflich erhaltenen seiner ihm ähnlichen Tochter Amalasuntha aus Rom näher zu vergleichen. Hier mag es vorläufig bei den wenigen oben erwähnten Zügen, die dafür sprechen, daß wir es hier mit dem Kopfe Theoderichs zu tun haben, sein Bewenden behalten.

Der besprochene Porphyrkopf ist entweder etwas über Lebensgröße gehalten, oder er zeigt das Haupt eines besonders groß gebauten Mannes, wie dies vom Könige berichtet wird. Dieser Kopf paßt nun nach Größe, Werkstoff, Körperhaltung und allem Zubehör ganz ausgezeichnet zu einem Porphyrtorso, der jetzt im Museum in Ravenna aufbewahrt und der dort als Odoaker, zuweilen aber auch als Theoderich bezeichnet wird. Dem Torso (Text-Abb. 10) sind der Kopf, die linke Hand und die Beine etwas unterhalb der Knie abgeschlagen. Die Brust ist breit, gewölbt und von Atem geschwellt, die Körperhaltung edel und stolz, und es würde ein so aufrecht getragenes Haupt, wie wir es eben kennen lernten, auf diesen Herrschertorso trefflich passen.[30]) Wie Theoderich auf dem Apsismosaik in S. Vitale einen auf der rechten Schulter durch eine Spange zusammengehaltenen Mantel aus reich gemustertem Seiden- oder Atlasstoff trägt, so trägt auch dieser Torso einen Mantel von sehr leichtem Stoff, was durch die flüssigen, schön gezeichneten Falten nachgewiesen wird. Auf der rechten Schulter wird der Mantel gleichfalls durch eine kostbare Spange zusammengehalten, bei der drei große Perlen von einer runden Scheibe herabhängen. Eine solche Spange mit drei Perlen muß ein Abzeichen des Herrschers in jenen Zeiten gewesen sein, denn auch Justinian trägt auf dem Bilde in S. Vitale[31]) eine solche, und wir werden eine gleichartige auf dem oben erwähnten, später zu behandelnden Mosaikbrustbilde Theoderichs wiederfinden. Der Porphyrtorso ist ferner ebenso wie auf dem Apsisbilde Theoderichs in S. Vitale unter dem Mantel mit einem kittelartigen Leibrock bekleidet, der um die Hüften durch einen Ledergürtel zusammengehalten wird. Das mit Metallbeschlag verzierte Ende des Gürtelriemens ist in Text-Abb. 10 unter dem Ellbogen des rechten Armes senkrecht herunterhängend gerade noch sichtbar. Um den Knöchel der rechten Hand ist in mehrfachen Windungen ein Goldreif gelegt. Solche goldenen Armringe und kunstvolle Beschläge von Riemenenden sind ja aus Gräbern der germanischen Frühzeit überall her bekannt. Sie kennzeichnen daher den Träger dieses Porphyrtorsos als germanischen Herrscher jener Zeit. Die jetzt abgeschlagene linke Hand hielt unter dem Mantel ein in der Scheide steckendes Schwert hervor, wie sich am Torso noch deutlich erkennen läßt,[32]) und die Finger der Rechten berührten den Schwertknauf, als sei das Schwert soeben in die Scheide geschoben, die Rechte jedoch bereit, bei etwaigem Bedarf es blitzschnell sofort wieder hervorzuziehen, eine Handlung, die ausgezeichnet zu dem oben geschilderten ernsten und gespannten Ausdruck des Kopfes paßt, der auch auf eine gleich und entschieden vorzunehmende Handlung abgestimmt erschien. Die rechte Hand ist durch eine angearbeitete kleine Stütze aus Porphyr gegen Abbrechen geschützt. Diese Stütze gemahnt an den sehr harten und wetterbeständigen, aber auch sehr spröden und brüchigen, schwer zu bearbeitenden Werkstoff des Porphyrs. Bei römischen Porphyrstatuen sind meines Wissens die Hände und Köpfe stets aus Marmoroder sonstigem leichter zu bearbeitenden Gestein angesetzt, und die Ägypter ließen ihre Standbilder aus hartem Gestein die Hände so halten, daß sie sich dem Körper glatt und ohne Unterschneidung anschlossen. Um so mehr ist hier die Kunst zu bewundern, die es verstand, ein solch lebensvolles Antlitz und einen so leicht und frei dastehenden Körper mit tiefer Unterschneidung des hängenden Gewandes und seiner Falten dem harten Steine abzuringen, sowie hierbei zugleich eine Körper- und Handstellung zu erfinden, die ungesucht, sprechend und sehr lebendig trotz der nahen Haltung der Hände am Körper erscheint. Nehmen wir den Kopf und den Torso als zusammengehörig an, so schließt sich das Ganze wieder als ein Meisterwerk der bildenden Kunst den verschiedenen früher geschilderten Meisterstücken des Zeichenstiftes und des Meißels aus Theoderichs Bauten in Ravenna, den Mosaikbildern des Erlösers, den schönen Ausarbeitungen der Kapitelle aus San Vitale und den figürlichen und schmückenden Bildhauerarbeiten der aus Theoderichs Königshalle stammenden Portale der Markuskirche in Venedig sowie den Odinsknäufen daselbst würdig an. In der Zerstörung einerseits und in der ehrfurchtsvollen Aufbewahrung und Aufstellung von Teilen dieses Bildwerkes anderseits spiegelt sich die Geschichte dieses Herrschers wieder, dessen Gedächtnis von seinen Feinden möglichst zu vertilgen gesucht wurde, dessen Gestalt aber doch im Bewußtsein des deutschen Volkes sagenverklärt und umwoben mindestens über ein Jahrtausend hinaus sich in hohen Ehren gehalten hat.

30) Unmittelbare Anpassungsversuche sind nicht möglich, da der Kopf auf der Brüstung unten eingelassen ist.

31) Jahrg. 1914 d. Z., S. 281. Abb. 12.

32) Ricci berichtet, daß die zu diesem Torso gehörige linke Hand im Flusse Santerno nicht weit von Ravenna gefunden sei. Mir ist sie nicht zu Gesicht gekommen.

(Schluß folgt.)

Über Versuche mit Steinerhaltungsmitteln. IV. Mitteilung.

Vom Prof. Dr. F. Rathgen, Chemiker bei den Königlichen Museen in Berlin.

Im folgenden, das eine unmittelbare Fortsetzung der zweiten Mitteilung[1]) bildet, berichte ich über die Versuchsergebnisse nach sechsjähriger Auslage der Probestücke. Ich sehe dabei von einer Veröffentlichung der großen Tabellen ab, in denen früher das Aussehen, die Gewichtszunahme durch die Tränkung und die Gewichtsabnahme eines jeden einzelnen Probestückes vermerkt war. Ich gebe daher hier nur die Zahlentabellen und die ihnen entsprechenden zeichnerischen Darstellungen wieder unter Beibehaltung der bisher angewendeten Bezeichnungen. Die mit 5 bezeichnete Zahlenreihe gibt also die Gewichtsvermehrung durch die Tränkung an, die mit 8^2 bezeichnete Zahlenreihe den Gewichtsverlust nach der der ersten zweijährigen Auslage,[2]) $8^4 - 8^2$ den Gewichtsverlust in dem dritten und vierten Jahr[3]) der Auslage, 8^4 den Gesamtgewichtsverlust nach vierjähriger Auslage; neu hinzugekommen sind die Zahlen der Reihe $8^6 - 8^4$, die den Gewichtsverlust im fünften und sechsten Jahr[4]) und die Zahlen der Reihe 8^6, die den Gesamtverlust nach sechsjähriger Auslage angeben, und zwar bezeichnen alle diese Zahlen das Gewicht in Grammen für die Fläche von 1 qm, berechnet als Mittel aus je vier ausliegenden Probesteinen.

Bei der zeichnerischen Darstellung bedeuten die schraffierten Streifen die durch die Tränkung verursachte Gewichtszunahme, die je zweimal eingerückten schwarzen Streifen die Gewichtsabnahme, die nach den ersten zwei Jahren, die im dritten und vierten, und die im fünften und sechsten Jahr eingetreten war; die oberen Endpunkte der am stärksten eingerückten Streifen geben somit den Gesamtgewichtsverlust nach sechsjährigem Ausliegen an, entsprechen also den Zahlen der mit 8^6 bezeichneten Zahlentabelle. Im übrigen verweise ich auf die I. und II. Mitteilung.

Das Ergebnis der nunmehr sechsjährigen Auslage kann kurz dahin zusammengefaßt werden, daß die Verwitterung in den letzten beiden Jahren durchweg in ähnlicher Weise fortgeschritten ist wie in den früheren Jahren.

Bei den **Sandsteinen** ist in der größeren Mehrzahl der Fälle die Gewichtsabnahme bisher noch geringer, als die bei Beginn der Versuche erfolgte Gewichtszunahme durch das aufgenommene Steinschutzmittel. Wie in den früheren Mitteilungen erwähnt, geht sicher die Verwitterung zuerst auf Kosten des Tränkungsmittels vor sich, da die Verwitterungszahl um so höher ist, je mehr Steinschutzmittel von den Steinen aufgenommen wurde. Von einem wirksamen Schutz der Steinerhaltungsmittel kann man nur in den Fällen sprechen, in denen die getränkten Stücke eine geringere Gewichtsabnahme zeigen als die unbehandelten, wo also in der zeichnerischen Darstellung das oberste Ende des schwarzen Streifens tiefer liegt als das der schwarzen Streifen der ungetränkten Stücke aus demselben Gestein. Nach der vierjährigen Auslage war das bei den mit Magnesiafluat und bei den mit Zapon behandelten Steinen des roten Maintaler und des gelben Cottaer festzustellen. Nach der sechsjährigen Auslage nur noch bei dem zaponierten Maintaler und bei dem mit Magnesiafluat behandelten Cottaer; neu hinzugekommen ist dagegen der mit Testalin behandelte gelbe Cottaer. Ein weiteres Urteil über die Wirksamkeit der Steinschutzmittel bei den Sandsteinen muß einer späteren Zeit vorbehalten bleiben.

Bei den **Kalksteinen** kann man aber schon nach der sechsjährigen Auslage nicht ohne Berechtigung von einer gewissen Bewährung der Szerelmeytränkung sprechen, denn bei allen drei Kalksteinarten ist die Gewichtsabnahme bei den mit Szerelmey behandelten Steinen bedeutend geringer als bei den nicht getränkten. Auch bei den mit Testalin getränkten Steinen ist die Gewichtsabnahme geringer als bei den unbehandelten, der Unterschied ist aber nicht so groß wie bei den mit Szerelmey behandelten.

Vergleicht man die mit Szerelmey getränkten Stücke der drei Kalksteinsorten in bezug auf die Schutzwirkung gegenüber den unbehandelten Steinen miteinander, so zeigt sich eine auffallende Gesetzmäßigkeit.

Gewichtsabnahme	im ersten,	im zweiten, Doppeljahr	im dritten
Hardheimer			
bei den ungetränkten Stücken . . .	149	341	571
„ „ mit Szerelmey getränkten . .	98	247	447
Unterschied	— 51	— 94	— 124*)
Kirchheimer			
bei den ungetränkten Stücken	159	338	529
„ „ mit Szerelmey getränkten . .	108	247	429
Unterschied . . .	— 51	— 91	— 100
Krenzheimer			
bei den ungetränkten Stücken . . .	189	415	660
„ „ mit Szerelmey getränkten . .	141	320	538
Unterschied . . .	— 48	— 95	— 122

Nur bei dem Kirchheimer fällt die 100 etwas heraus.

Ganz Ähnliches ist bei den mit Testalin behandelten Steinen im Vergleich mit den unbehandelten zu beobachten; man erhält dort als Unterschiedszahlen

bei Hardheimer	— 15	— 16	— 19
„ Kirchheimer	— 12	— 12	— 12
„ Krenzheimer	— 18	— 22	— 28

Auch hier fällt der Kirchheimer besonders heraus.

Bei den mit Magnesiafluat behandelten Stücken erhält man im Vergleich mit den unbehandelten Steinen die folgenden Unterschiedszahlen:

bei Hardheimer	+ 5	+ 11	+ 20†)
„ Kirchheimer	— 2	+ 3	+ 8
„ Krenzheimer	— 8	+ 18	+ 15

Bei den mit Doppelfluat behandelten Stücken:

bei Hardheimer	+ 2	+ 21	+ 2
„ Kirchheimer	+ 3	+ 8	+ 19
„ Krenzheimer	+ 7	+ 20	+ 35

Bei den mit Zapon behandelten Stücken:

bei Hardheimer	— 3	+ 21	+ 23
„ Kirchheimer	— 11	— 24	— 8
„ Krenzheimer	— 2	+ 13	+ 35

Eine gewisse Gesetzmäßigkeit ist auch bei diesen drei Gruppen zu beobachten, auch insofern, als der Kirchheimer wieder eine Ausnahme bildet, bei ihm hat das Zapon schützend gewirkt. Warum der zaponierte Hardheimer und Krenzheimer eine größere Abnahme

1) Jahrgang 1913, Seite 67 bis 82.
2) 30. Mai 1907 bis 30. Mai 1909.
3) 15. September 1909 bis 18. September 1911.
4) 6. Juli 1912 bis 27. Juli 1914.

*) Das —Zeichen bedeutet also in diesen Fällen die geringere Verwitterung der getränkten Steine.

†) Das +Zeichen bedeutet also in diesen Fällen die stärkere Verwitterung der getränkten Steine.

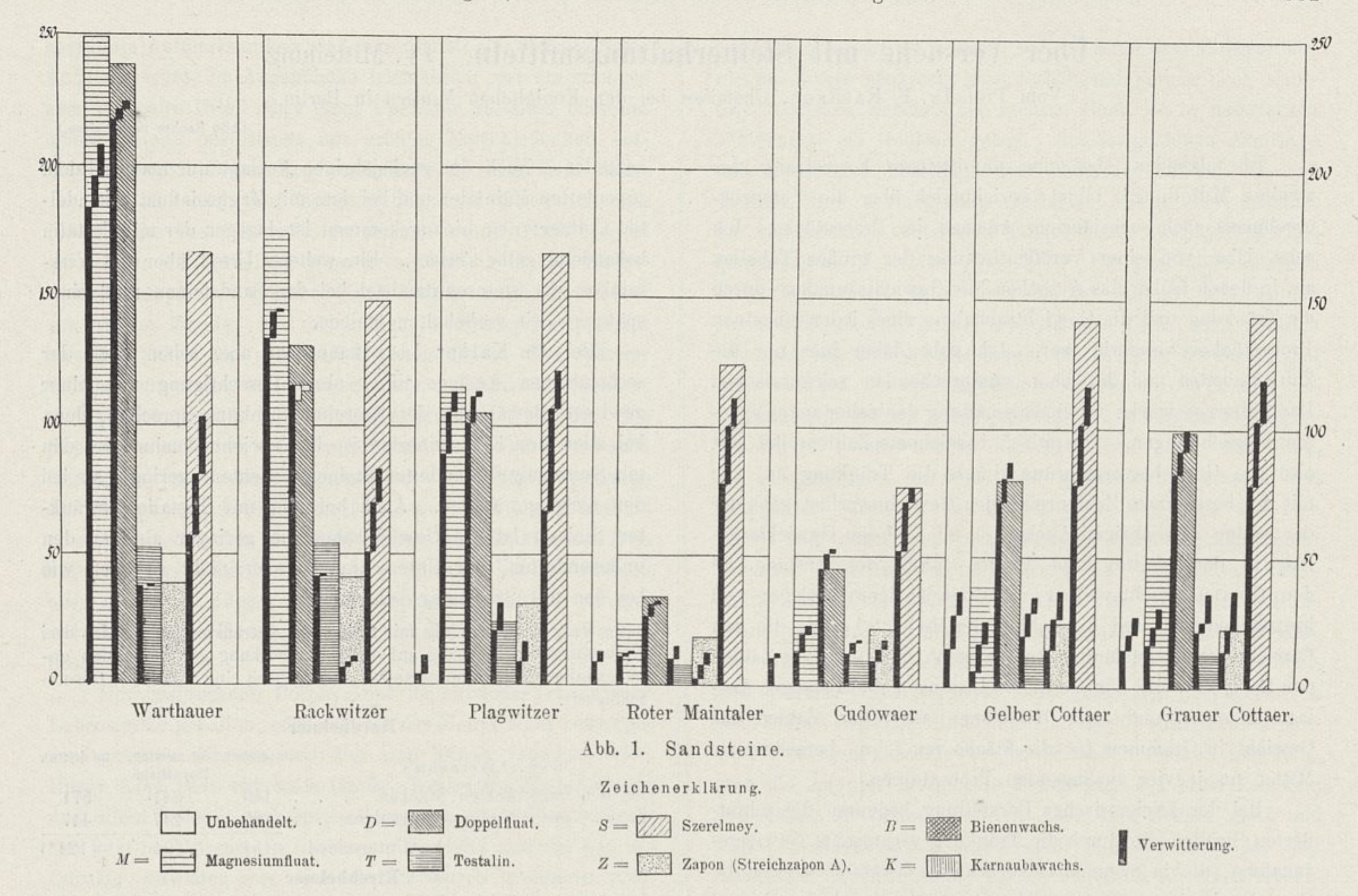


Abb. 1. Sandsteine.

als die unbehandelten Steine zeigen, ist mir unverständlich, die Annahme, daß diese zaponierten Stücke zufällig aus weniger widerstandsfähigen Steinen bestehen, ist doch wohl gegenüber dem sonstigen gleichmäßigen Verhalten hinfällig. Bei den fluatierten Stücken läßt sich die größere Gewichtsabnahme wohl aus der durch das Fluat bewirkten chemischen Umwandlung erklären, der Zaponauftrag aber verändert den Stein nicht, sondern bildet nur einen Überzug.

Sind nun die Versuche mit den Steinschutzmitteln zuerst durchaus nur in der Absicht unternommen, das Verhalten der gebräuchlichsten Steinerhaltungsmittel festzustellen, so gestatten sie doch auch Schlüsse über die allgemeine Widerstandsfähigkeit der Steinarten. Da zeigt ein Blick auf die

Tabelle 1ª. Sandstein.

	5	8^2	8^4-8^2	8^4	8^6-8^4	8^6	5	8^2	8^4-8^2	8^4	8^6-8^4	8^6	5	8^2	8^4-8^2	8^4	8^6-8^4	8^6	5	8^2	8^4-8^2	8^4	8^6-8^4	8^6
		Warthauer						Rackwitzer						Plagwitzer						Roter Maintaler				
		+7*)	+7	+14	+1	+15		+3	+6	+9	0	+9		4	7	11	0	11		8	5	13	0	13
M	249	184	12	196	12	208	174	134	10	144	1	145	115	90	16	106	8	114	23	11	1	12	1	13
D	239	217	4	221	3	224	131	122	6	116	+2	114	105	102	10	112	2	114	34	27	5	32	1	33
T	53	38	+1	37	1	38	54	42	0	42	1	43	24	21	11	32	0	32	7	9	6	15	1	16
Z	40	+7	0	+7	1	+6	41	6	2	8	2	10	31	8	8	16	0	16	18	2	5	7	5	12
S	167	59	24	83	21	104	148	51	19	70	18	86	167	67	40	107	15	122	124	78	22	100	11	111
		Cudowaer						Gelber Cottaer						Grauer Cottaer										
		10	2	12	0	12		14	13	27	9	36		15	6	21	7	28						
M	34	12	7	19	4	23	38	5	11	16	9	25	48	16	8	24	7	31						
D	45	45	6	51	2	53	80	72	9	81	6	87	99	83	9	92	8	100						
T	9	13	4	17	1	18	11	19	9	28	6	34	12	21	4	25	11	36						
Z	21	10	5	15	3	18	24	14	12	26	11	37	22	13	9	22	15	37						
S	77	53	19	72	4	76	142	79	22	101	15	116	144	79	25	104	16	120						

*) Das +Zeichen bedeutet hier, daß der Stein, wohl infolge der Umwandlung des kohlensauren Kalks in schwefelsauren Kalk, eine Zunahme erfahren hat.

Tabelle 2ª. Kalkstein.

	5	8^2	8^4-8^2	8^4	8^6-8^4	8^6	5	8^2	8^4-8^2	8^4	8^6-8^4	8^6	5	8^2	8^4-8^2	8^4	8^6-8^4	8^6
		Hardheimer						Kirchheimer						Krenzheimer				
		149	192	341	230	571		159	179	338	191	529		189	226	415	245	660
M	5	154	208	362	229	591	6	157	184	341	196	537	11	181	252	433	242	675
D	13	151	201	352	221	573	13	162	184	346	202	548	17	196	239	435	260	695
T	5	134	191	325	227	552	5	147	179	326	191	517	12	171	222	393	239	632
Z	11	146	216	362	232	594	11	148	166	314	207	521	17	187	241	428	270	698
S	52	98	149	247	200	447	23	108	139	247	182	429	61	141	179	320	218	538

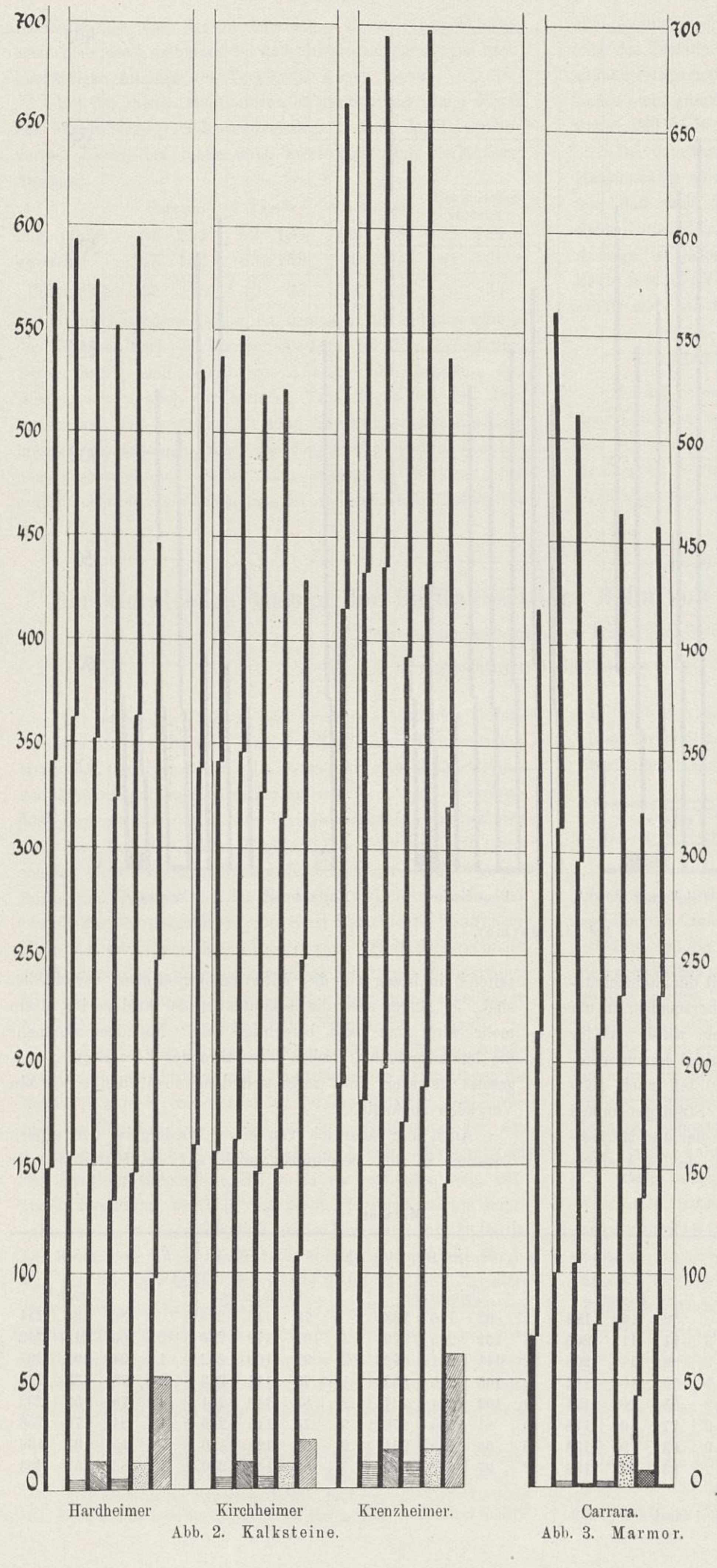


Abb. 2. Kalksteine.

Abb. 3. Marmor.

zeichnerische Darstellung der Kalksteinversuche, daß sich Hardheimer und Kirchheimer Kalkstein in den ersten sechs Beobachtungsjahren ziemlich gleich verhalten haben, daß dagegen wenigstens der zu meinen Versuchen verwendete Krenzheimer Stein sich weniger widerstandsfähig gegen die Verwitterung erwiesen hat. Unmöglich ist es nicht, wenn auch kaum wahrscheinlich, daß in späteren Jahren hier noch eine Änderung eintritt.

Bei den 1907 zuerst ausgelegten Marmorproben ist die Verwitterung in dem fünften und sechsten Auslagejahr fast genau in derselben Art fortgeschritten wie in den vorhergehenden Jahren, und so ist der Gesamtgewichtsverlust bei den mit Wachs getränkten Stücken auch nach der sechsjährigen Auslage noch bedeutend geringer als bei den unbehandelten Stücken. Vergleicht man aber die Verwitterungszahlen der einzelnen Doppeljahre der Auslage,

	Unbehandelt	Mit Wachs behandelt
1907/08 . .	80	45
1909/11 . .	134	91
1912/14 . .	204	182,

so ersieht man deutlich, wie der durch das Wachs verliehene Schutz sehr schnell abnimmt. Voraussichtlich wird ein solcher im vierten Doppeljahr gar nicht mehr vorhanden sein.

Der schon früher aufgestellten Forderung, Marmordenkmäler wenigstens alle zwei Jahr mit einem neuen Wachsüberzug zu versehen, muß im Interesse der Denkmalpflege durchaus entsprochen werden. Wenn aber Arbeit und Kosten nicht gescheut werden, wird sicher eine jährliche Wiederholung des Auftrags noch bessere Erfolge zeitigen.

Von den anderen bei dem Marmor angewendeten Steinschutzmitteln zeigt nur noch das Testalin im dritten Doppeljahr eine geringe Schutzwirkung; dagegen ist sowohl bei den fluatierten als auch bei den mit Karnaubawachs getränkten Steinen die Verwitterungszahl in den einzelnen Doppeljahren und somit auch nach ganzer Auslagezeit größer als bei den unbehandelten Steinen; fast ebenso haben sich die zaponierten Steine verhalten, nur im ersten Doppeljahr ist ihr Verhalten um ein geringes günstiger als das der ungetränkten Steine.

Im Jahre 1909 wurden neben dem bis dahin allein zur Auslage gekommenen Carraramarmor noch drei andere Marmorsorten ausgelegt in der ausgesprochenen

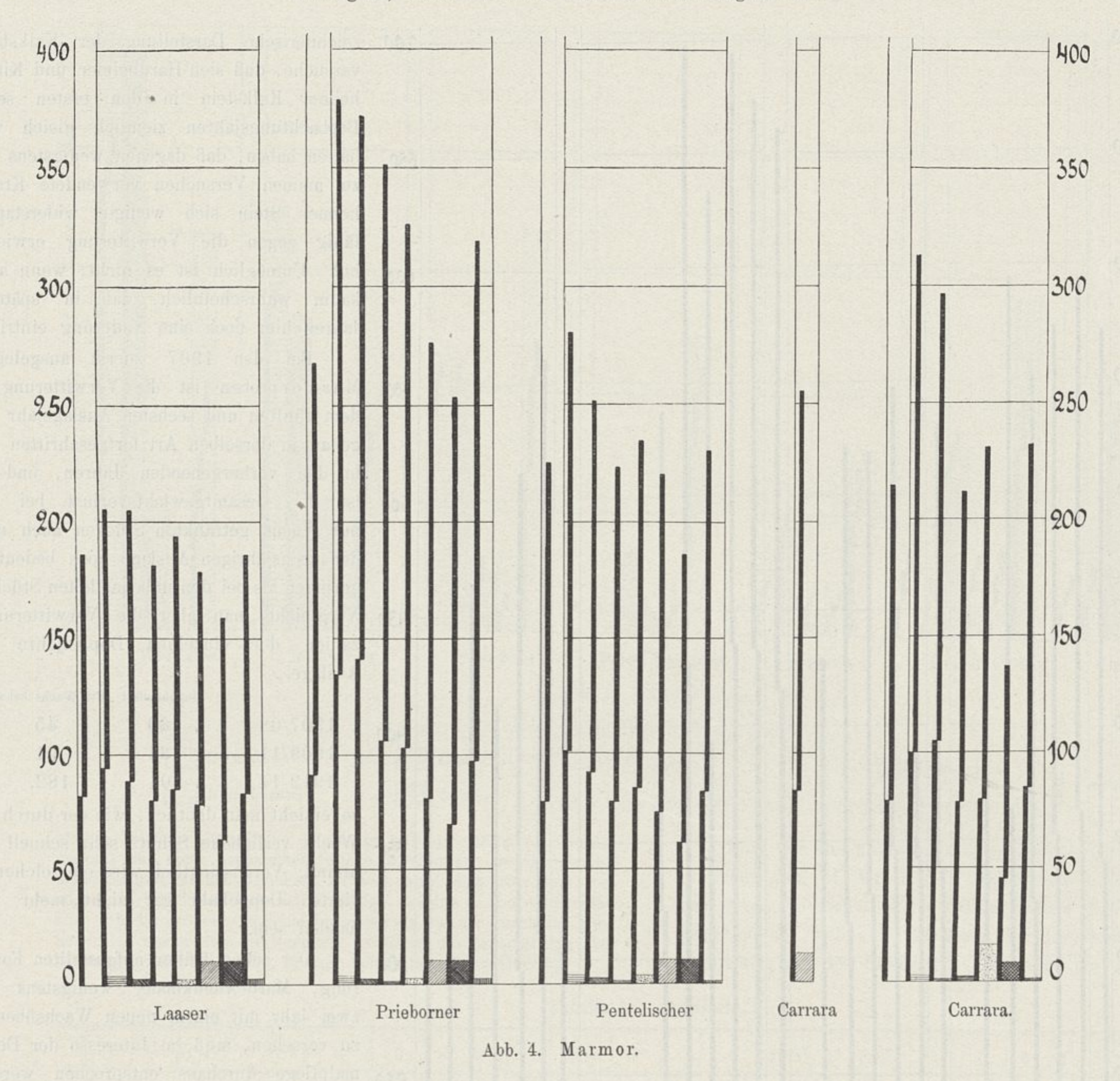


Abb. 4. Marmor.

Absicht, bei ihnen nicht nur die Wirksamkeit der Steinschutzmittel zu erproben, sondern auch die Widerstandskraft der Marmorsorten selber festzustellen. Außerdem wurde das für Marmor nicht benutzte Szerelmeytränkungsmittel hinzugenommen, und zum Zwecke des Vergleichs wurden auch noch vier Steine Carraramarmor damit getränkt. Strenggenommen ist mit dieser einen Ausnahme ein Vergleich der drei Marmorarten mit dem Carrara nicht ganz statthaft, da die Auslagezeiten[5]) in bezug auf die Witterungsverhältnisse verschieden sind. Je länger aber die Gesamtdauer der Auslage ist, desto mehr wird man dazu berechtigt sein. Nachdem nunmehr die letztausgelegten Proben vier Jahre der Verwitterung ausgesetzt gewesen sind, zeigt sich denn auch, daß schon ein Vergleich angängig.

Auch hier sehe ich von einer Wiedergabe der großen Tabellen ab und beschränke mich auf die Mitteilung der

Tab. 3ª. Carrara-Marmor.

	5	8^2	8^4-8^2	8^4	8^6-8^4	8^6
		80	134	214	204	418
M	2	100	212	312	249	561
D	1	104	193	297	214	511
T	2	78	133	211	199	410
Z	14	79	153	232	232	464
B	7	45	91	136	182	318
K	1	82	151	233	225	458

Marmor.

	5	8^2	8^4-8^2	8^4	5	8^2	8^4-8^2	8^4	5	8^2	8^4-8^2	8^4	5	8^2	8^4-8^2	8^4
		Laaser				Prieborner				Pentelischer				Carrara[5])		
		82	103	185		92	176	268		79	145	224		80	134	214
M	3	94	112	206	3	134	245	379	3	101	179	280	2	100	212	312
D	2	89	116	205	2	141	231	372	2	92	160	252	1	104	193	297
T	1	79	103	182	2	106	246	352	1	79	144	223	2	78	133	211
Z	2	85	109	194	3	103	224	327	3	85	149	234	14	79	153	232
S	9	77	101	178	9	81	195	276	9	75	145	220	11	84	172	256
B	9	63	95	158	8	69	185	254	9	61	125	186	7	45	91	136
K	2	83	103	186	2	97	222	319	1	83	147	230	1	82	151	233

5) Siehe die Auslagezeiten in Anmerkungen 1 bis 4 auf S. 349.

Zahlentabellen und der zeichnerischen Darstellung (Abb. 4), setze aber die Ergebnisse bei den Carraramarmorstücken nach vierjähriger Auslage des Vergleichs wegen hinzu.

Bei den neuen Marmorarten ist die Schutzwirkung durch den Wachsüberzug bedeutend geringer, denn der Gewichtsverlust betrug bei ihnen nach zwei- und nach vierjähriger Auslage:

	Carrara		Laaser		Prieborner		Pentelischer Marmor	
ungetränkt .	80	214	82	185	92	268	79	224
gewachst .	45	136	63	158	69	254	61	186
Unterschied	35	78	19	27	23	14	18	38

Ganz besonders gering ist demnach die Schutzwirkung des Wachses nach vierjähriger Auslage bei dem Prieborner. Ferner haben nach vierjähriger Auslage mit Ausnahme des Bienenwachses auch die anderen Tränkungsmittel bei dem Laaser und dem pentelischen Stein durchweg wenig Wirkung gehabt, bei letzterem zeigt die Fluatierung ebenso wie bei dem Carraramarmor wieder eine ungünstige Wirkung, bei dem Prieborner Stein haben sich die anderen Steinschutzmittel alle ungünstig erwiesen, besonders wieder das Fluat, aber auch das Testalin. Eigentümlich ist es, daß die bei den Kalksteinen erfolgreiche Tränkung mit Szerelmey bei allen Marmorsorten nicht günstiger abschneidet, es beruht wohl auf dem Umstand, daß es in den dichteren Marmor nur wenig eindringt.

Bei dem Gesamtvergleich des Verhaltens der drei neuen Marmorsorten mit dem des Carraramarmors ist zu beobachten, daß nach der zweijährigen Auslage im ganzen kaum starke Unterschiede zu bemerken sind, nach der vierjährigen Auslage ist jedoch eine wesentliche Änderung eingetreten. Zählt man die Verwitterungszahlen (Reihe 8[4]) zusammen, so erhält man bei den einzelnen Marmorsorten folgende Werte:

Laaser	Prieborner	Pentelischer	Carrara
1494	2547	1849	1891

Es hat sich also der Laaser am besten gehalten; zwischen dem Verhalten des pentelischen und des Carraramarmors ist nur ein geringer — vielleicht nur durch die verschiedene Auslagezeit bedingter — Unterschied vorhanden, während der Prieborner am meisten durch die Verwitterung gelitten hat.

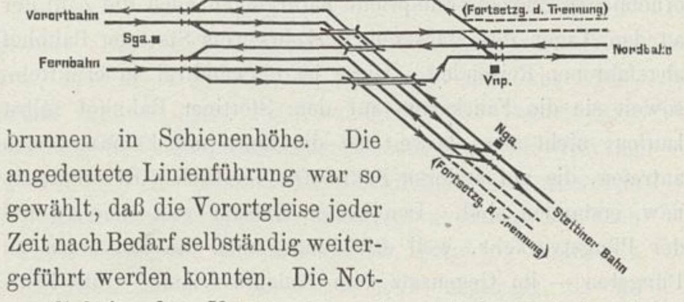
Der viergleisige Ausbau der Berlin-Stettiner Bahn von Gesundbrunnen bis Bernau.

Vom Regierungsbaumeister Roloff in Stettin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 43 im Atlas.)

Das ständige Wachsen des Personen- und des Güterverkehrs auf der Stettiner und der Nordbahn[1]) drängte schon Mitte der achtziger Jahre, die Pläne für eine Umgestaltung der Bahnanlagen im Norden Berlins vorzubereiten. Insbesondere forderte eine Abart des Personenverkehrs, nämlich der nach den Vororten, seine Rechte. Die Notwendigkeit eines solchen hatte sich allmählich auf der Stettiner Bahn zwischen Berlin und Bernau, auf der Nordbahn zwischen Berlin und Oranienburg herausgebildet. Der Staat bedachte die Vororte vor allem mit vermehrten Zugverbindungen. Tarifarisch rechnete der Vorortverkehr aber bis zum Jahre 1891 zum Fernverkehr. Mit dem 1. Oktober d. Js. setzte der Staat unter erheblicher Ermäßigung der Preise eigentliche Vororttarife in Kraft.

Bei der in den Jahren 1890 bis 1903 ausgführten durchgreifenden Umänderung und Erweiterung der Bahnanlagen im Norden Berlins[2]), bei der außer auf die Stettiner, die Nord- und die Ringbahn auch noch auf die Einführung der am 1. Oktober 1893 eröffneten Strecke Schönholz — Kremmen in den Stettiner Bahnhof in Berlin zu rücksichtigen war, entstand unmittebar westlich vom alten 1876 vollendeten Kopfgebäude des Stettiner Bahnhofs an der Invalidenstraße in Berlin ein besonderer Vorortbahnhof für die Kremmener, die Nord- und die Stettiner Bahn. Er wurde 1898 in Betrieb genommen. Das alte Kopfgebäude, z. T. umgeändert, diente von da ab lediglich dem Personenfernverkehr. Die damals ausgeführten Gleisentwicklungen zeigt die Textabbildung. Danach gabeln sich die Gleispaare für den Fern- und für den Vorortverkehr nördlich vom Bahnhof Gesundbrunnen beim Stellwerk *Sga* nach den einzelnen Linien. Die Vorort- und die Ferngleise der Stettiner Richtung vereinigten sich in km 3,4 dieser Strecke beim Stellwerk *Nga* bald hinter dem Bahnhof Gesundbrunnen in Schienenhöhe.



Die angedeutete Linienführung war so gewählt, daß die Vorortgleise jeder Zeit nach Bedarf selbständig weitergeführt werden konnten. Die Notwendigkeit, den Vorort- vom Fernverkehr auf der freien Strecke durchweg zu trennen, trat sowohl bei der Nord- als auch bei der Stettiner Bahn bereits 1907 zutage. Inzwischen ist der viergleisige Ausbau der Nordbahn denn auch bereits beendet, während er auf der Stettiner Bahn zwischen Berlin und Bernau zurzeit der Vollendung entgegengeht.

Ganz bedeutend ist die Befruchtung der Stettiner Bahn durch die Ostseebäder. Die größte Zahl der Züge verkehrt auf der Strecke Berlin — Bernau am Tage des Badehinverkehrs, d. h. am Sonnabend nach Schulschluß, und am Pfingstsonnabend. Der Verkehr ist an beiden Tagen etwa gleich stark. Folgende Ziffern geben ein ungefähres Bild vom Anwachsen des Verkehrs dieser Strecke nach der Verstaatlichung. Vom Stettiner Bahnhof wurden in Richtung Bernau im Sommer 1893 zur Zeit des stärksten Verkehrs abgelassen 26 Personenzüge im Fern- und — an einigen Sonntagen — bis zu 31 Personenzügen im Vorortverkehr. Im stärksten Güterverkehr des Jahres 1894 liefen aus Richtung Bernau täglich 14 Güterzüge ein und gingen ebensoviele dahin ab, während Ende der achtziger Jahre die Zahl der Güterzüge in jeder Rich-

1) Die Personenzüge der Nordbahn werden seit dem 1. Dezember 1877 im Berliner Endbahnhof der Stettiner Bahn abgefertigt.

2) Zeitschrift für Bauwesen 1903: „Bathmann, Die Entwicklung der Eisenbahnanlagen im Norden von Berlin seit dem Jahre 1890."

tung nur etwa sieben betragen hatte. — Im Sommer 1902 wurden in Richtung Bernau binnen 24 Stunden abgefahren: vom Fernbahnhof im gewöhnlichen Verkehr 24 Personenzüge, im Badeverkehr 43 Personenzüge, vom Vorortbahnhof im gewöhnlichen Verkehr 26 Personenzüge, an Sonn- und Festtagen 28 Personenzüge. — Am Sonnabend den 4. Juli 1914, dem am stärksten belasteten Tage des Badehinverkehrs und — neben dem Pfingstsonnabend — des ganzen Jahres war die Strecke Berlin — Bernau innerhalb 24 Stunden wie folgt belastet[3]):

Richtung	ständig verkehrende Züge				nicht ständig verkehrende Züge		
	Fernpersonen- und Schnellzüge	Güterzüge	Vorortpersonenzüge	Leerfahrten	Bäderzüge	sonstige auf längere Zeit verkehrende Bedarfspersonenzüge	Zusammen
Berlin – Bernau	24	19	26	7	27	21	124
Bernau – Berlin	26	18	24	2	27	10	107

Die höchste Zahl der Vorortzüge auf der Strecke Berlin — Bernau betrug an den Sonntagen des Jahres 1914 in der einen Richtung 35, in der andern 32.

Im Sommer 1914 war die rund 20 km lange Strecke zwischen *Nga* und Bernau erst auf kurze Strecken viergleisig ausgebaut und betrieblich noch als zweigleisig anzusprechen. Die größte Zahl der Züge drängte sich zwischen 7 Uhr vormittags und 12 Uhr nachts, also auf 17 Stunden, zusammen, so daß am 4. Juli die durchschnittliche Zugfolge 9 Minuten, die dichteste in Wirklichkeit 3,5 Minuten betrug. Dieser erheblichen Zugzahl entspricht naturgemäß auch die Zahl der an den Tagen des stärksten Verkehrs vom Stettiner Bahnhof abgefahrenen Reisenden. Diese ist einwandfrei zu ermitteln, soweit sie die Fahrkarten auf dem Stettiner Bahnhof selbst kaufen, nicht aber, soweit sie die Reise mit Fahrausweisen antreten, die auf anderen Bahnhöfen, amtlichen Reisebureaus usw. erstanden sind. Den besten Maßstab gibt ohne Zweifel der Pfingstverkehr, weil erfahrungsgemäß die Reisenden zu Pfingsten — im Gegensatz zum Badehinverkehr — die Fahrkarten meist auf dem Stettiner Bahnhof selbst kaufen. Anderseits ist, wie oben erwähnt, die Zahl der Fernpersonenzüge am Pfingstsonnabend und am Tage des Badehinverkehrs fast dieselbe, so daß auch die Zahl der Reisenden an beiden Tagen als gleich groß angenommen werden kann.

Am 10. Mai, Pfingstsonnabend, 1913 sind auf dem Stettiner Bahnhof verkauft worden: a) im Fernverkehr 52183 Fahrkarten, hiervon entfallen auf die Stettiner Richtung 31782, auf die Nordbahn und ihre Zweiglinien 20401; b) im Vorortverkehr, und zwar zusammen für die Richtung nach Bernau, Oranienburg und Velten, 15909 Fahrkarten, während die Ziffer zu b am Pfingstsonntag den 11. Mai 33921 betrug. Insgesamt wurden 1913 auf dem Stettiner Bahnhof im Fernverkehr 1996617 Fahrkarten[4]) verausgabt. Hiervon entfallen nach überschläglger Zählung auf die Strecke Velten — Kremmen — Neuruppin — Wittstock 88818, auf die Strecke Reinickendorf — Liebenwalde — Groß-Schönebeck 45000, so daß für die Nordbahn und die Stettiner Bahn im Fernverkehr zusammen 1862799 verbleiben. Da die Ziffern des Fernpersonenverkehrs beider Bahnen sich etwa wie 1:2,2 verhalten, sind demnach 1913 für die Fernrichtung nach Stettin durch die Schalter des Stettiner Bahnhofs etwa 1280000 Fahrkarten verkauft worden, d. h. im Tagesdurchschnitt rund 3560. Im Vorortverkehr wurden 1913 auf dem Stettiner Vorortbahnhof insgesamt 2458763 Fahrkarten verkauft, davon für die Vorortstrecke der Stettiner Bahn rund 1810000, also rund 4960 im Tagesdurchschnitt. Mit Einschluß der auf Arbeiterwochen-, Monats- und Zeitkarten für Schüler entfallenden Einzelfahrten sind 1913 auf der Strecke Stettiner Vorortbahnhof — Bernau insgesamt 5994771 Fahrten ausgeführt worden, d. h. durchschnittlich an einem Tage 16400. Alles in allem dürften demnach auf dem Fern- und Vorortbahnhof 1913 im Tagesdurchschnitt allein für die Richtung nach Stettin 3560 und 4960, d. h. 8520 Fahrkarten verausgabt worden sein.

Diese Ziffern, die ja durch die der wirklich abgefahrenen Reisenden übertroffen werden, erhalten das rechte Gewicht, wenn man ihnen entgegenhält, daß „mit Einschluß des durchgehenden Verkehrs" im Tagesdurchschnitt vom Stettiner Bahnhof 1859 nur 368 und 1874 erst 1436 Personen abgefahren sind, und daß 1844 innerhalb des ganzen Jahres zwischen Berlin und Bernau 272584 Personen befördert worden sind. Der Personenfernverkehr des Stettiner Bahnhofs überragt heute den der übrigen Berliner Fernbahnhöfe erheblich.

Beim viergleisigen Ausbau zwischen Gesundbrunnen und Bernau galt es gleichzeitig die Hochlegung dieser Strecke, um die bis dahin durchweg in Schienenhöhe kreuzenden zahlreichen Wege zu unterführen. Zwei Hauptgleise sind für den Personen- und Güterverkehr der Fernbahn, zwei lediglich für den Vorortverkehr vorgesehen. Im Lauf der Jahre waren zwischen Gesundbrunnen und Bernau sieben Bahnhöfe entstanden, von denen drei auch dem Güterverkehr der Fernbahn dienen und deshalb mit Überholungs-, Aufstellungs- und Freiladegleisen ausgerüstet sind. Diese Zwischenbahnhöfe sind hinsichtlich der Gleisanlagen für den Vorortverkehr nach dem Muster der Berliner Wannseebahn mit einem Zwischenbahnsteig und zum Teil auch mit einigen zwischen den Hauptgleisen liegenden Kehrgleisen ausgerüstet. Ihre Bahnhofshäuser sind in der Mehrzahl unmittelbar neben der Straßenunterführung an den Bahnsteigenden errichtet und zeigen in den Hauptsachen gleiche Grundrißanordnung. In Abb. 2 bis 8 Bl. 43 ist dasjenige von Blankenburg dargestellt. Es wurde Wert darauf gelegt, die Räume, in denen sich Beamte ständig aufhalten, d. h. denjenigen für den Fahrkartenverkauf und den für den Bahnvorstand, nicht unter die Gleise zu legen, um sie dem Geräusch der rollenden Lasten zu entziehen. Sie wurden vielmehr in einem dem Bahnkörper vorgelagerten Gebäude untergebracht, das im Obergeschoß gleichzeitig die Wohnung des Bahnhofsvorstandes enthält. Die Lage der Gepäckabfertigung neben dem Fahrkartenraum gestattet die Bedienung beider durch denselben Beamten. Der Bahnsteig ist sowohl durch das Bahnhofshaus als auch von der Unterführung aus zugänglich. Die Baufluchtlinie brachte es mit sich, das dem Bahnkörper vorgelagerte Gebäude gegen die Unterführung nicht unbedeutend zurückzusetzen. Auf der so zwischen dem Widerlager und den beiden Tunneln

3) Ende 1851 liefen auf der Strecke Berlin — Stettin in jeder Richtung vier Personenzüge und ein Güterzug.

4) Verkehrsstatistik der Königl. Eisenbahndirektion Berlin für das Jahr 1913.

gewonnenen Fläche wurden ein Raum zum Aushang der Fahrpläne, ein Kohlenraum mit oberer Schüttöffnung und Läden angelegt. Zwischen Fahrkarten- und Gepäckschalter befindet sich eine öffentliche Fernsprechstelle und am südlichen Ende des Durchganges ein Zeitungsverkaufsstand. Die Sperre liegt in Höhe des Bahnsteiges. In ihrer Nähe sind über der Bahnsteigtreppe angeordnet der Aufenthaltsraum für Bahnsteigschaffner und nach dem Muster des Berliner Nordrings auch die Aborte.

Der Bahnhof Bernau (Abb. 1 Bl. 43), auf dem der Vorortverkehr endet, ist für den Vorortverkehr ausgerüstet mit zwei Kopfgleisen, einem Zwischenbahnsteig, einem rechteckigen, beiderseits angeschlossenen Lokomotivschuppen, einer Abstellgruppe mit Stumpfgleisen und Umfahrgleisen für die Lokomotiven. Lokomotivschuppen und Abstellgruppe mußte wegen der ungünstigen Eigentumsgrenze außerhalb der Hauptgleise angelegt werden. Im übrigen ist Bahnhof Bernau einfacher Durchgangsbahnhof. Von Berlin aus gerechnet halten die Personenzüge der Fernbahn hier erstmalig. Da die Ferngleise auf Bahnhof Bernau in der Krümmung liegen, so konnte für den Fernverkehr ein Zwischenbahnsteig angelegt werden, ohne die Linienführung der Hauptgleise ungünstig zu beeinflussen. Die im Südwestende des Bahnhofes eingelegten Weichen und die Verbindung des Umfahrgleises am Nordostende mit dem Hauptgleis von Stettin gestatten es, zwischen Berlin und Bernau in besonderen Fällen die Fernzüge auf den Vorortgleisen zu fahren.

Durch Eisenbahnanleihegesetz vom 14. Mai 1908 und ein späteres Nachtragsgesetz wurden für den viergleisigen Ausbau der 20,3 km langen Strecke Gesundbrunnen — Bernau insgesamt 12546050 M ausgeworfen.

Die Entwürfe der Ingenieurbauten sind unter Leitung der Regierungs- und Bauräte v. Zabienski, Thimann und Fritz Schneider, die das zuständige Dezernat der Kgl. Eisenbahndirektion Berlin nacheinander verwalteten, und unter zahlreichen Anregungen des Oberbaurats Suadicani, die der Hochbauten und der äußeren Gestaltung der Unterführungen im Dezernat des Geheimen Baurats Ernst Schwartz und des Regierungs- und Baurats Karl Cornelius unter besonderer Mitwirkung des Regierungsbaumeisters Lücking entstanden. Die Bauausführung oblag dem Vorstande der Eisenbahnbauabteilung Pankow und zwar dem Regierungsbaumeister Willy Lehmann und danach dem Regierungsbaumeister Dr.-Ing. H. Schütz.

Die Geschwindigkeitsänderung in den Lotrechten natürlicher Flüsse, insbesondere der Warthe.

Vom Regierungs- und Baurat Bölte in Hannover.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 44 und 45 im Atlas.)

Die von namhaften Physikern und Ingenieuren angestellten Versuche, das Gesetz zu ergründen, nach dem sich die Geschwindigkeit des fließenden Wassers mit der Tiefe ändert, haben zu einem völlig befriedigenden Ergebnis bisher nicht geführt. Während früher meistens die Kegelschnitte, und unter diesen besonders die Parabel, als zutreffender Ausdruck für die Stromgeschwindigkeitskurve angesehen wurden, wird in neuerer Zeit vielfach der logarithmischen Linie der Vorzug gegeben. Ohne nun den Wert verkennen zu wollen, welche rein mathematisch-wissenschaftliche Untersuchungen für die Erforschung der Bewegungsgesetze der Flüssigkeiten besitzen, wird man das Gesetz, nach dem sich die Bewegung des Wassers in natürlichen Flüssen unter der Einwirkung der mehr oder minder rauhen Flußsohle vollzieht, kaum anders als durch möglichst zahlreiche Beobachtungen und Einzeluntersuchungen an verschieden gearteten Flüssen auffinden können.

Die vorliegende Arbeit gibt eine solche Einzeluntersuchung für die Warthe, an welcher in den Jahren 1893 bis 1910 eine größere, für diesen Zweck geeignete Anzahl von Wassermessungen ausgeführt ist, die dem Verfasser zur Vornahme wasserkundlicher Untersuchungen zur Verfügung standen.

1. Der Beobachtungsstoff.

Die Wassermessungen der Warthe sind als genaue Punktmessungen von zwei gekuppelten Baukähnen aus mittels elektrischen Flügels Harlacherscher Bauart an feststehender Stange ausgeführt. Die Geschwindigkeiten wurden gemessen 0,15 m, 0,30 m, 0,60 m, 1 m, 1,50 m, 2 m usw. über der Sohle, außerdem 0,15 m unter der Oberfläche. Die Dauer jeder Beobachtung war auf 200 Sekunden bemessen, um die Wirkung der Pulsationen des Wassers nach Möglichkeit auszuschalten. Eine weitere Vergrößerung der Beobachtungsdauer, die nach den Untersuchungen von Edward C. Murphy[1]) immerhin wünschenswert gewesen wäre, war nicht angängig, da die Wassermessung eines Querschnitts wegen der Veränderlichkeit des Wasserstandes innerhalb eines Tages beendigt werden mußte. Die beobachteten Geschwindigkeiten sind in vollen Zentimetern angegeben, da die Pulsationen nicht ganz ausgeglichen werden konnten, und auch die Tiefe, in der gemessen wurde, nur auf Zentimeter genau festgestellt ist. Für die nachfolgenden Untersuchungen sind aus der großen Zahl der gemessenen Lotrechten nur diejenigen in Betracht gezogen, welche im eigentlichen Stromschlauch liegen, damit der Einfluß der Ufer und der Strombauwerke möglichst ausgeschaltet würde. Von diesen sind dann diejenigen ausgewählt, welche Tiefen von annähernd vollen Metern aufweisen, wobei Abweichungen bis 5 vH. der Tiefe zugelassen sind; z. B. sind für die Tiefe von 4 m alle Lotrechten von $4{,}00 \pm 0{,}05 \cdot 4$, also von 3,80 m bis 4,20 m benutzt. Auf diese Weise ließen sich fünf Gruppen von Lotrechten mit 1 bis 5 m Tiefe bilden. Bei Tiefen

(Fortsetzung S. 367.)

1) Edward C. Murphy, „Über die Genauigkeit von Geschwindigkeitsmessungen in Flüssen". Auszug im Zentralblatt der Bauverwaltung 1906, S. 81.

Zusammenstellung der benutzten Beobachtungsergebnisse.

Bemerkung. Die eingeklammerten Werte bezeichnen diejenigen Geschwindigkeiten, die behufs Ausmerzung von offenbaren Beobachtungsfehlern auf zeichnerischem Wege verbessert worden sind.

Nr.	Nr. der Messung	Tiefe der Lotrechten m	Geschwindigkeit in einer Höhe über der Sohle von											Geschwindigkeit 0,15 m unter der Oberfläche m/Sek.
			0,15	0,30	0,60	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	
			Meter in der Sekunde											
			Lotrechte I. Tiefe = 1 m.											
1	55	0,95	0,53	0,57	0,65									0,69
2	25	0,95	0,52	0,60	0,70									0,75
3	98	0,95	0,59	0,64	0,70									0,73
4	60	0,95	0,45	0,52	0,59									0,59
5	98	0,95	0,58	0,61	0,70									(0,72)
6	56	0,95	0,65	0,70	0,72									0,76
7	57	0,95	0,53	0,59	0,64									0,65
8	55	0,95	0,57	0,64	0,69									0,71
9	52	0,95	(0,55)	0,64	0,74									0,74
10	58	0,95	0,55	0,60	0,65									0,69
11	52	0,95	0,56	0,63	0,67									0,70
12	22	0,97	0,53	0,60	0,68									0,72
13	3	0,97	0,40	0,42	0,45									0,47
14	23	0,98	0,45	(0,50)	0,55									0,58
15	25	0,99	0,39	0,47	0,54									0,59
16	55	1,00	0,47	0,52	0,59									0,64
17	54	1,00	0,49	0,52	0,61									0,63
18	122	1,00	0,12	0,14	0,17									0,18
19	23	1,00	0,40	0,46	0,51									0,53
20	49	1,00	0,62	0,65	0,73									0,73
21	53	1,00	0,67	0,69	0,75									0,78
22	56	1,00	0,56	0,63	0,70									0,73
23	56	1,00	0,54	0,61	0,65									0,67
24	98	1,00	0,64	(0,71)	0,77									0,77
25	56	1,00	0,58	0,65	0,70									0,72
26	120	1,00	0,30	0,38	0,43									0,48
27	49	1,00	0,48	0,58	0,65									0,65
28	61	1,00	0,52	0,62	0,66									0,66
29	120	1,00	0,09	0,12	0,13									0,12 *)
30	2	1,02	0,48	0,55	0,60									0,64
31	25	1,03	0,43	0,48	0,56									0,58
32	52	1,05	0,55	0,60	0,64									0,68
33	50	1,05	0,55	0,60	0,70									0,80
34	50	1,05	0,53	0,58	0,65									0,70
35	87	1,05	0,37	0,42	0,48									0,55
36	58	1,05	0,56	0,61	0,69									0,74
37	58	1,05	0,58	0,65	0,71									0,78
38	99	1,05	0,68	0,71	0,77									0,80 †)
39	21	1,05	0,36	0,42	0,48									0,55
40	20	1,05	0,35	0,43	0,50									0,53
41	52	1,05	0,48	0,52	0,60									(0,62)
42	99	1,05	0,52	0,61	0,72									0,75
43	54	1,05	(0.59)	0,66	0,70									0,73
44	57	1,05	0,41	0,53	0,65									0,67
45	99	1.05	0,64	0.73	0,77									0,79
Zusammen		45,11	22,41	25,11	27,94									29,29
im Mittel		1,00	0,500	0,560	0,620									0,650
			Lotrechte II. Tiefe = 2 m.											
1	89	1,90	0,51	0,56	0,62	0,67	0,71							0,77
2	88	1,90	0,47	0,56	0,60	0,69	0,75							0,79
3	93	1,90	0,57	0,64	0,71	0,78	0,80							0,80
4	69	1,90	0,67	0,71	0,78	0,86	0,90							0,90
5	32	1,90	0,44	0,51	0,67	0,77	0,85							0,87
6	124	1,90	0,43	0,49	0,54	0,59	0,59							0,59
7	68	1,90	0,52	0,65	0,73	0,75	0,80							0,80
8	126	1.90	0.28	0.34	0.42	0.47	0.47							0.47 *)
Zu übertragen		15,20	3,89	4,46	5,07	5,58	5,87							5,99
Übertrag		15,20	3,89	4,46	5,07	5,58	5,87							5,99
9	66	1,90	0,35	0,42	0,55	0,58	0,60							0,65
10	68	1,90	0,50	0,56	0,67	0,72	0,72							0,71
11	122	1,90	0,69	0,80	0,95	1,01	1,01							0,99
12	125	1,90	0,47	0,57	0,67	0,69	0,69							0,69
13	32	1,91	0,55	0,64	0,71	0,78	0,86							0,89
14	33	1,92	0,56	0,65	0,69	0.80	0,87							0,86
15	34	1,93	0,46	0,50	0,59	0,76	0,82							0,83
16	10	1,93	(0,50)	0,59	0,70	0,77	0,82							0,80
17	39	1,93	0,36	(0,54)	0,70	(0,90)	1,02							1,05
18	34	1,95	0,53	0,57	0,63	0,72	0,78							0,77
19	107	1,95	0,36	(0,40)	0,47	(0,52)	0,55							0,56
20	95	1,95	0,72	0,80	0,92	1,01	1,05							1,04
21	69	1,95	0,57	0,71	0,81	0,84	0,89							0,93
22	34	1,96	0,60	0,63	0,67	0,72	0,76							0,76
23	31	1,97	(0,40)	0,49	0,62	0,71	0,78							0,81
24	7	1,98	0,42	0,55	0,60	0,66	0,73							0,74
25	8	1,98	0,56	0,60	0,72	0,76	0,79							(0,80)
26	31	1,99	0,46	0,54	0,68	0,75	0,84							0,86
27	103	2,00	0,39	0,44	0,47	0,48	0,53							0,57
28	105	2,00	0,43	0,47	0,50	0,55	0,58							0,60
29	10	2,00	0,44	0,49	0,56	0,62	0,66							0,70
30	67	2,00	0,51	0,57	0,68	0,76	0,83							0,85
31	126	2,00	0,39	0,44	0,48	0,53	0,55							0,59
32	67	2,00	0,46	(0,55)	0,63	0,68	0,73							0,76
33	69	2,00	0,63	0,66	0,74	0,86	0,88							0,93
34	16	2,00	0,72	0,78	0,81	0,88	0,88							0,95
35	101	2,00	0,67	0,76	0,85	0,95	1,01							1,00
36	90	2,00	0.54	0,77	0,84	0,92	1,12							1,17
37	69	2,00	0,63	0,66	0,76	0,86	0,89							0,90
38	81	2,00	0,62	0,69	0,80	0,90	0,96							0,96
39	34	2,00	0,49	0,54	0,64	0,70	0,75							0,74
40	33	2,00	0,44	0,53	0,68	0,77	0,85							(0,88)
41	97	2,00	0,74	(0,89)	1,02	(1,12)	1,19							1,19†)
42	107	2,00	0,37	0,41	0,50	0,56	0,58							0,61
43	96	2,00	0,58	0,72	1,00	1,13	1,16							1,17
44	39	2,01	0,49	0,64	0,80	0,90	1,01							1,08
45	31	2,02	0,50	0,58	0,67	0,74	0,79							0,82
46	10	2,03	0,60	0,70	0,80	0,85	0,88							0,88
47	38	2,03	(0,53)	0,60	(0,70)	0,79	0,90							0,92
48	79	2,05	0,23	0,31	0,52	0,66	0,79							0,83
49	68	2,05	0,50	0,58	0,65	0,72	0,76							0,78
50	94	2,05	0,48	0,61	0,74	0,87	0,92							0,94
51	70	2,05	0.59	0,68	0,78	0,83	0,91							0,90
52	106	2,05	0,31	0,39	0,46	0,50	0,54							0,55
53	39	2,07	0,50	(0,60)	0,73	0,80	0,89							(0,91)
54	103	2,08	0.46	0,50	0,55	0,57	0,61							0,62
55	9	2,08	0.55	0,61	0,71	0,79	0,87							0,90
56	103	2,08	0,46	0,50	(0,52)	0,53	0,59							0,64
57	10	2,08	0,53	0,60	0,68	0,77	0,79							(0,80)
58	70	2,10	0,60	0,61	0,63	0,68	0,74							0,79
59	64	2,10	0,24	0,28	0,38	0,53	0,64							0,68
60	100	2,10	0,59	0,66	0,73	0,85	0,93							0,98
61	65	2,10	0,22	0,31	0,44	0,58	0,67							0,74
62	70	2,10	0,70	0,73	0,79	(0,86)	0,92							0,95
63	8	2,10	0,50	0,55	0,64	0,70	0,76							(0,80)
64	91	2,10	0,58	0,62	0,76	0,86	0,91							0,95
65	68	2.10	0.47	0,52	0,62	0,63	0.68							0.67
Zusammen		129,63	32,63	37,57	43,68	48,56	52,10							53,41
im Mittel		1,99	0,500	0,580	0,670	0,745	0,800							0,820

*) Kleinste Geschwindigkeiten. †) Größte Geschwindigkeiten.

Nr.	Nr. der Messung	Tiefe der Lotrechten m	Geschwindigkeit in einer Höhe über der Sohle von 0,15	0,30	0,60	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	Geschwindigkeit 0,15 m unter der Oberfläche m/Sek.
			Meter in der Sekunde											
			Lotrechte III. Tiefe = 3 m.											
1	73	2,85	0,67	0,71	0,80	0,89	0,98	1,03	1,05					1,00
2	96	2,85	0,56	0,71	0,79	0,90	0,95	1,02	1,05					1,05
3	126	2,85	0,78	0,94	1,21	1,28	1,35	1,43	1,45					1,47
4	110	2,88	0,52	0,57	0,67	0,75	0,87	0,87	0,90					0.91
5	113	2,89	0,72	0,81	0,90	0,94	0,98	1,06	1,08					1,06
6	128	2,90	0,63	0,80	0,94	1,10	1,25	1,44	1,50					1,54
7	127	2,90	0,50	0,58	0,62	0,70	0,75	0,82	0,84					0,85
8	74	2,90	0,59	0,70	0,83	0,92	0,99	1,06	1,08					1,10
9	121	2,90	1,06	1,19	1,25	1,34	1,43	1,45	1,47					1,53 †)
10	127	2,90	0,63	0,67	0,78	0,80	0,85	0,88	0,87					0,87
11	73	2,90	0,48	0,68	0,83	0,88	0,95	0,98	1,03					1,00
12	17	2,90	0,80	0,88	1,03	1,05	1,12	1,17	1,15					1,14
13	109	2,92	0,50	0,59	0,69	0,73	0,78	0,88	0,92					0,93
14	11	2,93	0,67	0.71	0,76	0,88	0,96	1,01	1,02					1,02
15	112	2,95	0,58	0,62	0,70	0,84	0,88	0,94	0,93					0,90
16	44	2,97	0,50	0,61	0,71	0,80	0,90	0,97	1,02					1,02
17	113	2,97	0,66	0,83	0,90	0,97	1,02	1,07	1,10					1,08
18	108	2,98	0,60	0,62	0,69	0,77	0,83	0,90	0,90					0,89
19	74	3,00	0,45	0,53	0,63	0,68	0,73	0,79	0,86					0,88
20	128	3,00	0.55	0,60	0,73	0,84	0,91	1,01	1,06					1,09
21	97	3,00	0.62	0,68	0,77	0,92	1,00	1,09	1,11					1,11
22	73	3,00	0,62	0,65	0,73	0,85	0,93	1,00	1,00					0,97
23	73	3,00	0,60	0,61	0,65	0,70	0,75	0,80	0,75					0,73 *)
24	113	3,01	0,76	0,77	0,79	0,87	0.92	1,03	1,01					0,96
25	114	3,03	0,62	0,65	0,70	0,76	0,80	0,82	0,87					0,89
26	82	3,05	0,40	0,48	0,76	0,98	1,21	1,24	1,32					1,29
27	127	3,05	0,48	0,63	0,72	0,83	0,85	0,88	0,89					0,90
28	11	3,06	0,65	0,80	0,93	(1,01)	(1,08)	1,14	1,14					1,15
29	13	3,07	0,46	0,57	0,63	0,71	0,82	0,86	0,84					(0,80)
30	44	3,08	0,45	0,49	0,78	(0,88)	0,97	1,00	1,04					(1,01)
31	13	3,10	0,55	0,68	0,71	0,78	0,92	0,99	1,04					1,03
32	73	3,10	0,60	0,69	0,72	0,83	0,88	0,95	0,96					0,96
33	114	3,10	0,51	0,59	0,74	0,85	0,90	0,95	0,97					1,02
34	113	3,10	0,49	0,62	0,77	0,80	0,90	0,93	0,98					0,94
35	12	3,11	0,73	0,79	0,82	0,87	0,96	1,00	1,08					1,16
36	77	3,11	0,60	0 68	0,79	0,82	0,85	0,86	0,92					0,94
37	114	3,12	0,58	0,72	0,77	0,82	0,86	0,91	0,97					0,99
Zusammen		110,43	22,17	25,45	29,24	32,34	35,08	37,23	38,17					38,18
im Mittel		2,98	0,600	0,690	0,790	0,875	0,950	1,005	1,030					1,030

Nr.	Nr. der Messung	Tiefe der Lotrechten m	Geschwindigkeit in einer Höhe über der Sohle von 0,15	0,30	0,60	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	Geschwindigkeit 0,15 m unter der Oberfläche m/Sek.
			Meter in der Sekunde											
			Lotrechte IV. Tiefe = 4 m.											
1	115	3,80	0,69	0,76	0,83	0.88		(1,00)		1,08	1,08			1,09
2	76	3,80	0,53	0,70	0,91	(0,95)		1,02		1,07	1,04			1,04
3	76	3.85	0,56	0,73	0,79	0.85		0,99		1,03	1,03			1,03
4	47	3,86	0,55	0,70	0,88	(1,00)		1,12		1,19	1.17			1,14
5	46	3,88	0,57	0,70	0,82	0,95		1,09		(1,12)	1,11			1,11
6	119	3,90	0,30	0,39	0,40	0,45		0,52		0,59	0,62			0,66 *)
7	79	3,90	0,50	0,60	0,70	0,72		0,80		0,80	0,80			0,79
8	45	3,92	0,51	0,60	0,70	0,82		(1,01)		1,12	1,12			1,11
9	116	3,94	(0,56)	0,70	0,78	0,90		(1,08)		(1,15)	1,15			1,14
10	81	3,95	(0,75)	0,90	1,02	(1,09)		1,17		(1,28)	(1,33)			1,35
11	123	4,00	0,50	0.70	0,93	0,98		1,07		1,21	1,22			1,16
12	127	4.00	0,78	0,85	0 98	1,13		(1,37)		1,50	1,53			1,55 †)
13	128	4,00	0,73	0,86	0,93	1,01		1,13		1,15	1,20			1,25
14	47	4,00	0,72	0,80	0,87	0,96		(1,09)		1,15	1,16			1,13
15	115	4,01	0,77	0,90	1,00	1,09		(1,20)		1,30	1,30			(1,31)
16	116	4,03	0,54	0,65	0,84	0,90		1,05		(1,12)	1,14			(1,14)
17	120	4,05	0,34	0,45	0,48	0,55		0,67		0,68	0,65			0,65
18	76	4,05	0,63	0,70	0,73	0,87		0,96		0,99	1,03			1,00
19	119	4,10	0,63	0,75	0,92	0,97		1,10		1,17	1,20			1,21
20	123	4,10	0,26	0,31	0,37	0,46		0,62		0,68	0,69			(0,70)
21	115	4,11	0,69	0,78	0,89	1,04		1,15		(1,22)	1,23			(1,23)
22	120	4,15	0,85	0,91	0,96	1,02		1,15		1,28	(1,32)			1,31
23	119	4,20	0,61	0,67	0,82	0,90		1,08		1 11	(1,15)			1,16
24	122	4,20	0,67	0,77	0,90	1,00		1,12		1,23	(1,26)			1,26
25	116	4,20	(0,68)	0,85	0,95	1,05		1,20		1,32	1,30			1,26
26	124	4.20	0.37	0.44	0.50	0,59		(0,67)		0.72	0,72			0,73
Zusammen		104,20	15,29	18,17	20,90	23,13		26,43		28,26	28,55			28,51
im Mittel		4,01	0,590	0,700	0,805	0,890		1,015		1,085	1,100			1,095
			Lotrechte V. Tiefe = 5 m.											
1	46	4,78	(0,68)	0,79	0,85	0,90		1,03		1,10		1,13		1,13
2	82	4,86	0,62	0,72	0,80	0,92		1,02		1,06		1,10		1,11
3	83	4,89	0,70	(0,82)	(1,04)	1,15		1,26		1,39		1,44		1,45
4	124	4,90	0,31	0,56	0,89	1,04		1,20		1,27		1,34		1,41
5	123	4,95	0,66	0,77	0,83	0,91		(1,07)		1,15		1,25		1,35
6	47	4,98	0,59	0,69	0,81	0,90		1,04		1,13		1,14		1,15
7	78	4,98	0,50	0,57	0,65	0,74		0,85		0,95		1,02		1,03
8	124	5,00	0,76	0,82	(0,88)	(0,96)		1,12		1,22		1,29		1,37
9	123	5,00	0,53	0,58	0,62	0,71		0,83		(0,95)		(1,05)		1,10
10	79	5,15	0,46	0,54	0,62	0,70		0,80		0,84		0,86		0,86 *)
11	48	5,16	0,62	0,76	0,92	1,00		1,14		1,21		1,26		(1,25)
12	124	5,20	0,46	0,58	0,66	0,70		0,82		0,91		0,91		0,95
13	80	5,21	0,50	0,60	0,68	0,72		0,80		0,85		0,87		0,90
14	125	5.25	0,85	0,89	0,98	1,11		1,27		1,37		1,43		1,49 †)
Zusammen		70,31	8,24	9,69	11,23	12,46		14,25		15,40		16,09		16,55
im Mittel		5,02	0,590	0,690	0,800	0,890		1,020		1,100		1,150		1,180

*) Kleinste Geschwindigkeiten. †) Größte Geschwindigkeiten.

über 5 m reichte die Zahl der Lotrechten zu einer brauchbaren Mittelbildung nicht mehr aus.

Da die Lotrechten aus fünf verschiedenen, von der russischen Grenze bis Landsberg verteilten Meßstellen entnommen sind, so können die einer einzelnen Meßstelle etwa anhaftenden Eigentümlichkeiten einen nachteiligen Einfluß nicht mehr ausüben. Da ferner bei den Lotrechten derselben Tiefe sehr verschiedene Geschwindigkeiten vorkommen, wie die vorstehend zusammengestellten Beobachtungsergebnisse zeigen, so wird den Mittelwerten eine gute Brauchbarkeit zuzusprechen sein.

Sämtliche Einzellotrechten sind zunächst aufgetragen, um sie auf ihre Gestaltung zu prüfen. Hierbei zeigten sich einige Unregelmäßigkeiten, deren Beibehaltung von vornherein in die Mittelbilduug Fehler hineingebracht und so das Ergebnis der Untersuchungen getrübt hätte. Um die nicht übermäßig große Zahl der vorhandenen Lotrechten nicht noch weiter zu beschränken, konnten diese Lotrechten nicht ohne weiteres verworfen werden, und es mußte daher eine Ausmerzung der erwähnten Unregelmäßigkeiten vorgenommen werden. Dies ist auf zeichnerischem Wege in der Weise geschehen, daß andere, den zu verbessernden ähnlich gestaltete Lotrechten, die jedoch von jenen Unregelmäßigkeiten frei sind, als Anhalt für die Verbesserung dienten. Die verbesserten Werte sind in der vorstehenden Zusammenstellung in Klammern gesetzt.

Wie ein Blick auf die Zahlen dieser Zusammenstellung ergibt, sind bei den Lotrechten I, II, III und V nur wenige Verbesserungen erforderlich geworden, bei der Lotrechten IV treten sie dagegen in bemerkbarer Anzahl auf. Die Ursache hierfür dürfte darin zu suchen sein, daß die Lotrechten von 4 m Tiefe meistens bei Wasserständen vorkommen, bei denen Überflutungen der Vorländer der Warthe und damit Unregelmäßigkeiten im Abfluß des Wassers eintreten. Bei den Lotrechten von etwa 5 m Tiefe, bei welcher Tiefe die Uferränder bereits etwa 1 m hoch überströmt werden, hat sich dagegen im Stromschlauch bereits wieder ein regelmäßiger Abflußvorgang eingestellt. Die aus der Untersuchung von Lotrechte IV folgenden Ergebnisse werden daher immerhin mit einiger Vorsicht aufzunehmen sein.

Die Gruppenmittelwerte sind S. 368 zusammengestellt. Zur Angabe der mittleren Geschwindigkeit in Millimetern reichte die Zahl der Einzelwerte nicht bei allen Gruppen aus. Es mußte daher genügen, die Mittelwerte auf halbe Zentimeter abzurunden.

Eine Betrachtung der Mittelwerte zeigt, daß bei Lotrechte I, II und V eine stetige Vergrößerung der Geschwindigkeit von der Sohle zur Oberfläche hin stattfindet. Bei Lotrechte III sind die Geschwindigkeiten in den beiden obersten Punkten von gleicher Größe, und nur bei Lotrechte IV tritt eine geringe Verminderung der Geschwindigkeit an der Oberfläche auf.

Für die folgende Untersuchung wird nun angenommen, daß die Geschwindigkeitsänderung in der Lotrechten nach einer einheitlichen Kurve erfolgt. Begründet wird diese Annahme mit der bekannten Erscheinung, daß sich nicht nur einzelne größere Abflußhindernisse, wie z. B. Steine und Baumstämme, sondern auch schon geringere Unterschiede in der Bodenbeschaffenheit der Flußsohle dem kundigen Auge durch eigentümliche Wirbel an der Wasseroberfläche bemerkbar machen, und ferner damit, daß der Wärmegrad der Flüsse in allen Tiefen fast der gleiche ist. Beides läßt sich nur erklären, wenn das Wasser eines natürlichen Flusses nicht in Schichten, sondern in Wirbeln dahinfließt, die hauptsächlich von der Sohle ausgehen und sich über die ganze Wassertiefe verbreiten.[2])

Gruppenmittelwerte der Warthe.

Höhe über der Flußsohle	Wassertiefe in m				
	I	II	III	IV	V
m	Geschwindigkeit in m				
4,85	—	—	—	—	1,180
4,50	—	—	—	—	—
4,00	—	—	—	—	1,150
3,85	—	—	—	(1,095)	—
3,50	—	—	—	1,100	—
3,00	—	—	—	1,085	1,100
2,85	—	—	(1,030)	—	—
2,50	—	—	1,030	—	—
2,00	—	—	1,005	1,015	1,020
1,85	—	0,820	—	—	—
1,50	—	0,800	0,950	—	—
1,00	—	0,745	0,875	0,890	0,890
0,85	0,650	—	—	—	—
0,60	0,620	0,670	0,790	0,805	0,800
0,30	0,560	0,580	0,690	0,700	0,690
0,15	0,500	0,500	0,600	0,590	0,590
Anzahl der Lotrechten	45	65	37	26	14

Es wird ferner, in Übereinstimmung mit den namhaftesten Forschern der letzten Jahrzehnte angenommen, daß die Geschwindigkeit von der Sohle zur Oberfläche stetig zunimmt, daß also in der Oberfläche die größte Geschwindigkeit herrscht. Das entgegengesetzte Verhalten der Lotrechten III und IV wird daher dem Einfluß der Meßfahrzeuge und der Nähe der Ufer zugeschrieben. Die Lotrechten III und IV sind demgemäß auch nur bis zu Höhen verwendet, innerhalb deren ihre Geschwindigkeiten stetig

2) Ingenieur Lippke vertritt dagegen in neuerer Zeit die Meinung daß die Lotrechtenkurve bei größeren Wassertiefen aus zwei Abschnitten besteht, deren unterer durch einen Ellipsenbogen und deren oberer durch eine gerade Linie gebildet wird (s. Abb. 1). Zeitschrift für Gewässerkunde, X. Band S. 243 u. f. „Untersuchungen über die Verteilung der Wassergeschwindigkeiten in den Querschnitten der natürlichen Ströme.“ — G. Traub hat diese Ansicht nachgeprüft, aber nur z. T. bestätigt gefunden. Zeitschrift für Gewässerkunde, XII. Band S. 1 u. f. „Über die Vertikalgeschwindigkeitskurve.“

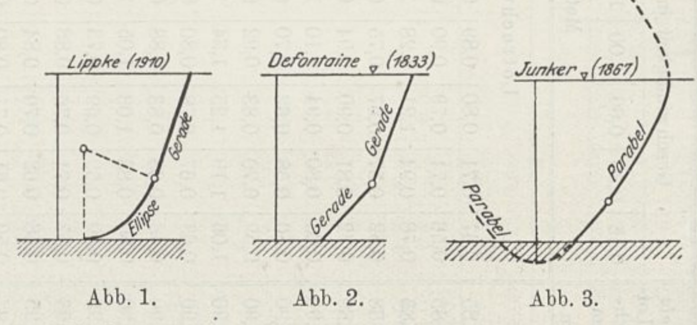


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3.

Vor Lippke war die Ansicht, daß die Lotrechtenkurve sich aus zwei Abschnitten zusammensetze, bereits von Defontaine und von Junker ausgesprochen. Defontaine (1833) nahm zwei sich schneidende gerade Linien an (s. Abb. 2), während Junker (1867) für den oberen Abschnitt eine Parabel mit wagerechter und für den unteren eine Parabel mit senkrechter Achse annahm (s. Abb. 3).

wachsen, Lotrechte III also nur bis 2,50 m, und Lotrechte IV nur bis 3,50 m Höhe.

Zur Untersuchung der Lotrechten ist im allgemeinen der Weg gewählt, den R. Jasmund[3]) bei der Untersuchung der Elbelotrechten beschritten hat, indem er die Fehler ermittelte, welche die Kegelschnitte und die logarithmische Linie bei ihrer Anpassung an die Beobachtungen ergeben. Am Schlusse dieser Abhandlung sind dann die Untersuchungsergebnisse für die Warthe mit den von Jasmund für die Elbe gefundenen in Vergleich gestellt.

Die Kurven sind durchgehends auf ein rechtwinkliges Achsenkreuz bezogen, dessen Anfangspunkt in den Fußpunkt der Lotrechten gelegt ist. Die Höhen über der Flußsohle sind als Abszissen mit x, die zugehörigen Geschwindigkeiten als Ordinaten mit y bezeichnet. Um der Anschauung zu Hilfe zu kommen, sind die Kurven, soweit als erforderlich, auf Blatt 44 u. 45 dargestellt. Bei den meisten der untersuchten Gleichungen genügte es, eine der Lotrechten, wozu die Lotrechte III gewählt wurde, als Vertreterin aller übrigen aufzutragen, und nur wo sich bei den übrigen Lotrechten wesentliche Abweichungen zeigten, sind auch diese mit dargestellt. Damit die bekannten Formen der Kegelschnitte durch eine verzerrte Darstellung nicht unkenntlich würden, sind die Kurven auf Blatt 44 sowie die Kurven Abb. 1 bis 6 auf Blatt 45 für die Höhen und die Geschwindigkeiten im gleichen Maßstabe 1 : 20 aufgetragen. Auf die deutliche Darstellung der z. T. nur kleinen Fehler mußte daher bei diesen Abbildungen verzichtet werden. Die Fehler sind vielmehr aus den betreffenden Zahlenzusammenstellungen zu entnehmen.

Zur Verminderung der sehr umfangreichen Rechenarbeit ist die Untersuchung vorerst auf die Lotrechten I, III und V beschränkt, und die Heranziehung der Lotrechten II und IV dem weiteren Fortgang der Untersuchung überlassen.

2. Anpassung der Kegelschnitte an die Lotrechten I, III und V.

Zunächst soll ermittelt werden, wie sich die Kegelschnitte an die Lotrechten I, III und V anpassen. Da die Anpassung bei völlig freier Lage der Kegelschnitte jedenfalls am vollkommensten möglich ist, so hat die Untersuchung mit der allgemeinen Gleichung der Kegelschnitte zu beginnen.

Gleichung 1.

$$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f = 0.$$

Lotrechte I (Abb. 1 Bl. 44).

Zur Bestimmung der fünf Unveränderlichen b, c, d, e und f reichen die vorhandenen vier Beobachtungspaare (siehe Tabelle auf S. 368 und Text-Abb. 4) nicht aus. Um die Messungen der Lotrechten I nicht ganz aus der Untersuchung fortlassen zu müssen, sind deshalb aus der aufgetragenen Kurve noch zwei weitere Paare entnommen, und zwar aus dem oberen schlankeren Teil derselben, dessen Führung eine sicherere ist als diejenige des unteren, stärker gekrümmten Teils. Da es sich im folgenden zunächst nur um Gewinnung von Näherungswerten für die Unveränderlichen handelt, und die Rechnungsergebnisse von Lotrechte I weiterhin nicht für sich allein, sondern im Zusammenhang mit den Rechnungsergebnissen der übrigen Lotrechten, welche stets mehr Beobachtungspaare als Unveränderliche besitzen, betrachtet werden sollen, so wird gegen ein solches Vorgehen nichts einzuwenden sein. — Die aus der Kurve entnommenen Hilfspunkte haben die Koordinaten

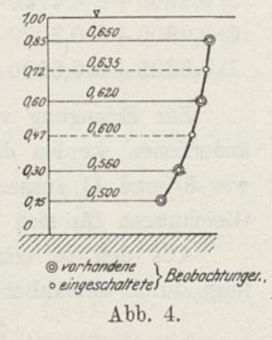


Abb. 4.

$$x = 0{,}72 \quad y = 0{,}635 \qquad \text{und} \qquad x = 0{,}47 \quad y = 0{,}600.$$

Damit ergeben sich für die Veränderlichen x und y folgende Zahlenwerte:

	x	y	x^2	xy	y^2	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −
{ 1	0,85	0,650	0,7225	0,5525	0,4225	0,650	0	0
{ 2	0,72	0,635	0,5184	0,4572	0,4032	0,635	0	0
3	0,60	0,620	0,3600	0,3720	0,3844	0,620	0	0
4	0,47	0,600	0,2209	0,2820	0,3600	0,600	0	0
5	0,30	0,560	0,0900	0,1680	0,3136	0,560	0	0
6	0,15	0,500	0,0225	0,0750	0,2500	0,500	0	0

Die sechs Bestimmungsgleichungen lauten demnach

$$1)\ 0{,}7225 + b\cdot 0{,}5525 + c\cdot 0{,}4225 + d\cdot 0{,}85 + e\cdot 0{,}650 + f = 0$$
$$2)\ 0{,}5184 + b\cdot 0{,}4572 + c\cdot 0{,}4032 + d\cdot 0{,}72 + e\cdot 0{,}635 + f = 0$$
$$1+2)\ 1{,}2409 + b\cdot 1{,}0097 + c\cdot 0{,}8257 + d\cdot 1{,}57 + e\cdot 1{,}285 + 2f = 0$$
$$3)\ 0{,}3600 + b\cdot 0{,}3720 + c\cdot 0{,}3844 + d\cdot 0{,}60 + e\cdot 0{,}620 + f = 0$$
$$4)\ 0{,}2209 + b\cdot 0{,}2820 + c\cdot 0{,}3600 + d\cdot 0{,}47 + e\cdot 0{,}600 + f = 0$$
$$5)\ 0{,}0900 + b\cdot 0{,}1680 + c\cdot 0{,}3136 + d\cdot 0{,}30 + e\cdot 0{,}560 + f = 0$$
$$6)\ 0{,}0225 + b\cdot 0{,}0750 + c\cdot 0{,}2500 + \cdot 0{,}15 + e\cdot 0{,}500 + f = 0.$$

Die Bestimmung der wahrscheinlichsten Werte der fünf Unveränderlichen aus den gegebenen sechs Gleichungen müßte streng durch Ausgleichung nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate erfolgen. Da die allgemeine Kegelschnittgleichung diesem Vorgehen aber große Schwierigkeiten entgegensetzt, so bleibt vorläufig nur der Weg übrig, Näherungswerte für die Unveränderlichen aufzusuchen. Dies soll nach dem Vorgang von Jasmund (Zeitschrift für Bauwesen 1897, S. 305) durch Zusammenfassung irgend zweier Gleichungen durch Addition geschehen, wodurch erreicht wird, daß sämtliche gefundenen Zahlenwerte für die weitere Rechnung nutzbar gemacht werden.[4])

3) R. Jasmund, „Die Einwirkung der Flußsohle auf die Geschwindigkeit des fließenden Wassers." Zeitschrift f. Bauwesen 1893, S. 121 u. f. — R. Jasmund, „Die Veränderung der Geschwindigkeit im Querschnitt eines Stromes, insbesondere bei Behinderung an der Oberfläche und bei Eisstand." Zeitschr. f. Bauw. 1897, S. 303 u. f.

4) G. Traub bemerkt hierzu, daß die Bildung von Mittelwerten aus zwei oder mehr beobachteten Punkten verschiedener Tiefe anfechtbar erscheine. Zeichne man den Verlauf der Kurve in der Nähe der Sohle, wie er sich aus den Beobachtungswerten ergebe, so liege der Punkt, den die hergeleiteten Mittelwerte darstellen, nicht auf dieser Kurve, sondern auf der geraden Verbindungslinie der beobachteten Punkte (Zeitschrift für Gewässerkunde, XII. Bd., S. 29).

Daß dieser Einwand nicht stichhaltig ist, läßt sich allgemein in folgender Weise zeigen.

Allgemeine Kegelschnittgleichung.

$$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f = 0.$$

Für Punkt 1 (Text-Abb. 5):

$$x_1^2 + bx_1y_1 + cy_1^2 + dx_1 + ey_1 + f = 0.$$

Für Punkt 2:

$$x_2^2 + bx_2y_2 + cy_2^2 + dx_2 + ey_2 + f = 0.$$

$$x_m = \frac{x_1 + x_2}{2} \qquad y_m = \frac{y_1 + y_2}{2}$$

$$\triangle_x = \frac{x_2 - x_1}{2} \qquad \triangle_y = \frac{y_2 - y_1}{2}$$

Also $x_1 = x_m - \triangle_x \qquad y_1 = y_m - \triangle_y$

$x_2 = x_m + \triangle_x \qquad y_2 = y_m + \triangle_y.$

Abb. 5.

Im vorliegenden Fall sind die Gleichungen 1) und 2) zusammengefaßt, während die übrigen Gleichungen 3) bis 6) für sich allein verwendet werden.

Aus den so erhaltenen fünf Bestimmungsgleichungen folgt durch allmähliche Ausschaltung

$$b = -12{,}6311$$
$$c = +17{,}2299$$
$$d = +\ 7{,}1700$$
$$e = -17{,}7355$$
$$f = +\ 4{,}4101.$$

Als Näherungsgleichung für Lotrechte I ergibt sich hiermit:

$$x^2 - 12{,}6311\,xy + 17{,}2299\,y^2 + 7{,}1700\,x - 17{,}7355\,y + 4{,}4101 = 0.$$

Die Untersuchung dieser Gleichung liefert folgendes:

Die Diskriminante $17{,}2299 - \left(\frac{12{,}6311}{2}\right)^2 = -22{,}6563$ ist negativ, es liegt also eine Hyperbel vor.

Die Koordinaten des Mittelpunktes $(x_0\,y_0)$ folgen aus den beiden Gleichungen $f'(x) = 0$ und $f'(y) = 0$, nämlich

$$2x_0 - 12{,}6311\,y_0 + 7{,}1700 = 0$$

und $$-12{,}6311\,x_0 + 34{,}4598\,y_0 - 17{,}7355 = 0.$$

$$y_0 = +0{,}608;\quad x_0 = +0{,}254.$$

Ferner wird

$$k = 4{,}4101 + \tfrac{1}{2}(0{,}2544 \cdot 7{,}17 + 0{,}60793 \cdot -17{,}7355) = -0{,}068848.$$

Die Mittelpunktsgleichung der Hyperbel lautet hiernach

$$\xi^2 - 12{,}6311\,\xi\eta + 17{,}2299\,\eta^2 - 0{,}068848 = 0.$$

Der Winkel φ, um den das Achsenkreuz gedreht werden muß, um das Glied mit $\xi\eta$ zum Wegfall zu bringen, wird gefunden aus

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{-12{,}6311}{1 - 17{,}2299} = +0{,}77826,$$

$$\varphi = 18^0\ 56'\ 46''.$$

Da φ positiv ist, so geschieht die Drehung von der positiven X-Achse zur positiven Y-Achse.

Die Hauptachsengleichung der Hyperbel wird

$$-\frac{X^2}{0{,}24279^2} + \frac{Y^2}{0{,}05958^2} = 1.$$

Die Y-Achse ist also die Hauptachse.

Dies oben eingesetzt ergibt:

Für Punkt 1: $(x_m - \triangle_x)^2 + b\,(x_m - \triangle_x)(y_m - \triangle_y) + c\,(y_m - \triangle_y)^2 + d\,(x_m - \triangle_x) + e\,(y_m - \triangle_y) + f = 0.$

Für Punkt 2: $(x_m + \triangle_x)^2 + b(x_m + \triangle_x)(y_m + \triangle_y) + c\,(y_m + \triangle_y)^2 + d\,(x_m + \triangle_x) + e\,(y_m + \triangle_y) + f = 0.$

Summe: $(x_m - \triangle_x)^2 + (x_m + \triangle_x)^2 + b\,[(x_m - \triangle_x)(y_m - \triangle_y) + (x_m + \triangle_x)(y_m + \triangle_y)] + c[(y_m - \triangle_y)^2 + (y_m + \triangle y)^2] + 2\,dx_m + 2\,ey_m + 2f = 0.$

Mittel: $(x_m{}^2 + bx_m y_m + cy_m{}^2 + dx_m + ey_m + f) + \{(\triangle_x)^2 + b\,\triangle_x \cdot \triangle_y + c\,(\triangle_y)^2\} = 0.$

Würden nur die Werte $x_1\ x_2$, $y_1\ y_2$ gemittelt und die Mittelwerte in die Gleichung eingesetzt, so würde man die in ( ) eingeschlossenen Glieder erhalten. Der Einwand von Traub wäre dann berechtigt, denn der eingeschaltete Zwischenpunkt würde in der Tat auf der Sehne 1—2 liegen. Durch die Mittelung aller Glieder, also durch Hinzunahme der in { } enthaltenen Größen, welche nicht etwa klein sind, wird jedoch bewirkt, daß der eingeschaltete Punkt tatsächlich auf der Kurve liegt.

Der von den Asymptoten mit der Hauptachse eingeschlossene Winkel $\frac{w}{2}$ wird gefunden aus

$$\operatorname{tg}\frac{w}{2} = \frac{0{,}24279}{0{,}05958},\quad \frac{w}{2} = 76^0\ 12'\ 48''.$$

Der Winkel δ, den die eine Asymptote mit der X-Achse bildet, ergibt sich aus

$$\delta = 180 - \left(\varphi + \frac{w}{2}\right) = 84^0\ 50'\ 26''.$$

Diese Asymptote steht also nahezu senkrecht zur Flußsohle.

Setzt man in die Näherungsgleichung für x der Reihe nach die Höhen über der Sohle ein, in denen die Beobachtungen vorgenommen sind, so ergeben sich die zugehörigen berechneten Geschwindigkeiten y' und aus den Unterschieden der berechneten y' und den beobachteten Geschwindigkeiten y die absoluten Fehler $\triangle$ (s. Zusammenstellung S. 370). Im vorliegenden Falle sind die Fehler an allen Punkten kleiner als 0,5 mm und können, da sie nur durch ein Näherungsverfahren gewonnen sind, außer Betracht gelassen werden. Die Hyperbel deckt sich also — praktisch genommen — in allen Beobachtungspunkten von $x = 0{,}15$ bis $x = 0{,}85$ mit den Messungsergebnissen.

Verlängert man die Hyperbel bis zur Flußsohle, so folgt für $x = 0$ als Sohlengeschwindigkeit $v_s = 0{,}420$.

Lotrechte III (Abb. 2. Bl. 44)

Hier sind sieben Beobachtungspaare vorhanden, sodaß sich die folgenden sieben Gleichungen aufstellen lassen.

	x	y	x^2	xy	y^2	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1{}^2$
{1	2,50	1,030	6,2500	2,5750	1,0609	1,035	5		25	+4,9	24,01
2}	2,00	1,005	4,0000	2,0100	1,0100	1,000		5	25	−5,0	25,00
{3	1,50	0,950	2,2500	1,4250	0,9025	0,949		1	1	−1,1	1,21
4}	1,00	0,875	1,0000	0,8750	0,7656	0,876	1		1	+1,1	1,21
5	0,60	0,790	0,3600	0,4740	0,6241	0,790	0	0	0	0	0
6	0,30	0,690	0,0900	0,2070	0,4761	0,690	0	0	0	0	0
7	0,15	0,600	0,0225	0,0900	0,3600	0,600	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 5{,}1$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 5{,}1$ vT.

1) $6{,}2500 + b \cdot 2{,}5750 + c \cdot 1{,}0609 + d \cdot 2{,}50 + e \cdot 1{,}030 + f = 0$

2) $4{,}0000 + b \cdot 2{,}0100 + c \cdot 1{,}0100 + d \cdot 2{,}00 + e \cdot 1{,}005 + f = 0$

1+2) $10{,}2500 + b \cdot 4{,}5850 + c \cdot 2{,}0709 + d \cdot 4{,}50 + e \cdot 2{,}035 + 2f = 0$

3) $2{,}2500 + b \cdot 1{,}4250 + c \cdot 0{,}9025 + d \cdot 1{,}50 + e \cdot 0{,}950 + f = 0$

4) $1{,}0000 + b \cdot 0{,}8750 + c \cdot 0{,}7656 + d \cdot 1{,}00 + e \cdot 0{,}875 + f = 0$

3+4) $3{,}2500 + b \cdot 2{,}3000 + c \cdot 1{,}6681 + d \cdot 2{,}50 + e.1{,}825 + 2f = 0$

5) $0{,}3600 + b \cdot 0{,}4740 + c \cdot 0{,}6241 + d \cdot 0{,}60 + e \cdot 0{,}790 + f = 0$

6) $0{,}0900 + b \cdot 0{,}2070 + c \cdot 0{,}4761 + d \cdot 0{,}30 + e \cdot 0{,}690 + f = 0$

7) $0{,}0225 + b \cdot 0{,}0900 + c \cdot 0{,}3600 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}600 + f = 0.$

Zur Erlangung von Näherungswerten der fünf Unveränderlichen werden diesmal die Gleichungen 1) und 2) sowie 3) und 4) zusammengefaßt, während die übrigen drei Gleichungen für sich benutzt werden.

Aus den so erhaltenen fünf Bestimmungsgleichungen folgt durch allmähliche Ausschaltung

$$b = -\ 1{,}00813$$
$$c = +\ 39{,}83674$$
$$d = -\ 6{,}102029$$
$$e = -40{,}660018$$
$$f = +\ 11{,}03832.$$

Als Näherungsgleichung für Lotrechte III ergibt sich danach

$$x^2 - 1{,}00813xy + 39{,}83674y^2 - 6{,}102029x - 40{,}660018y + 11{,}03832 = 0.$$

Die Diskriminante $39{,}83674 - \left(\frac{1{,}00813}{2}\right)^2$ wird positiv, also Ellipse.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 1{,}00813\,y_0 - 6{,}102029 = 0$$
$$-1{,}00813\,x_0 + 79{,}67348\,y_0 - 40{,}660018 = 0.$$

$$y_0 = +0{,}552;\quad x_0 = +3{,}329.$$

Achsendrehung:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{-1{,}00813}{1 - 39{,}83674}$$
$$\varphi = +0^0\,44'\,36{,}5''.$$

Drehung von der positiven X-Achse zur positiven Y-Achse.

Die berechneten Geschwindigkeiten y' decken sich in den drei untersten Punkten mit den beobachteten y und weichen bei den übrigen vier Punkten nur sehr wenig von den beobachteten ab. Die Fehler $\triangle$ sind zunächst in absoluter Größe angegeben, dann aber auch in Tausendsteln der beobachteten Geschwindigkeiten ($\triangle_1$), da es für die Güte einer Beobachtung nicht gleichgültig ist, ob z. B. ein Fehler von 10 mm bei einer Geschwindigkeit von 1,0 m oder 2,0 m auftritt. Die mittleren Fehler, welche bei Anwendung der gefundenen Kurve in den Geschwindigkeitsmittelwerten übrig bleiben, ergeben sich aus den einfachen Beziehungen

$$\varepsilon = \pm\sqrt{\frac{[\triangle^2]}{m-n}} \quad \text{bzw.} \quad \varepsilon_1 = \pm\sqrt{\frac{[\triangle_1{}^2]}{m-n}}$$

worin m die Anzahl der Beobachtungspaare und n die Anzahl der Unveränderlichen bedeutet. Für Lotrechte III wird $\varepsilon = \pm\,5{,}1$ mm und $\varepsilon_1 = \pm\,5{,}1$ vT.

Setzt man in der Näherungsgleichung $x = 0$, so wird y imaginär. Die Kurve erreicht also die Sohle garnicht. Der tiefste Punkt der Kurve wird gefunden aus $f^1(y) = 0$ in Verbindung mit der Näherungsgleichung der Kurve. Es ist $f^1(y) = -1{,}00813x + 79{,}67348y - 40{,}660018 = 0$. Der tiefste Punkt liegt somit bei $x = +0{,}102$ m. Es müßte hiernach über der Flußsohle eine ruhende Wasserschicht von etwa 10 cm vorhanden sein, was jedoch der Erfahrung durchaus widerspricht.

Lotrechte V (Abb. 3. Bl. 44).

Von den vorhandenen acht Beobachtungspaaren werden dreimal je zwei Paare zusammengefaßt, und die übrigen zwei jedes für sich verwendet.

Die fünf Bestimmungsgleichungen lauten

1) $39{,}5225 + b\cdot 10{,}3230 + c\cdot 2{,}7149 + d\cdot 8{,}85 + e\cdot 2{,}33 + 2f = 0$
2) $13{,}0000 + b\cdot\ 5{,}3400 + c\cdot 2{,}2504 + d\cdot 5{,}00 + e\cdot 2{,}12 + 2f = 0$
3) $1{,}3600 + b\cdot\ 1{,}3700 + c\cdot 1{,}4321 + d\cdot 1{,}60 + e\cdot 1{,}69 + 2f = 0$
4) $0{,}0900 + b\cdot\ 0{,}2070 + c\cdot 0{,}4761 + d\cdot 0{,}30 + e\cdot 0{,}69 + f = 0$
5) $0{,}0225 + b\cdot\ 0{,}0885 + c\cdot 0{,}3481 + d\cdot 0{,}15 + e\cdot 0{,}59 + f = 0$

Daraus

$$b = +\ 57{,}64354$$
$$c = +\ 194{,}2829$$
$$d = -\ 95{,}41564$$
$$e = -\ 174{,}54304$$
$$f = +\ 44{,}5389.$$

Als Näherungsgleichung für Lotrechte V ergibt sich danach

$$x^2 + 57{,}6435\,xy + 194{,}2829\,y^2 - 95{,}4156\,x - 174{,}5430\,y + 44{,}5389 = 0.$$

Die Diskriminante $194{,}2829 - \left(\frac{57{,}6435}{2}\right)^2$ wird negativ, also Hyperbel.

Mittelpunksbestimmung:

$$2x_0 + 57{,}6435\,y_0 - 95{,}4156 = 0.$$
$$57{,}6435\,x_0 + 388{,}5658\,y_0 - 174{,}5430 = 0.$$

$$y_0 = +2{,}023;\quad x_0 = -10{,}612$$
$$k = +374{,}2170.$$

Mittelpunktsgleichung der Hyperbel:

$$\xi^2 + 57{,}6435\,\xi.\eta + 194{,}2829\,\eta^2 + 374{,}217 = 0.$$

Achsendrehung:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{+57{,}6435}{1 - 194{,}2829}$$
$$\varphi = -8^0\,18'\,11{,}5''.$$

Die Drehung erfolgt, wie auch in allen folgenden Fällen, von der positiven X-Achse zur negativen Y-Achse.

Hauptachsengleichung der Hyperbel

$$\frac{X^2}{10{,}804^2} - \frac{Y^2}{1{,}373^2} = 1.$$

Die X-Achse ist also die Hauptachse im Gegensatz zu Lotrechte I, wo die Y-Achse die Hauptachse ist.

$$\operatorname{tg}\frac{w}{2} = \frac{1{,}373}{10{,}804}$$
$$\frac{w}{2} = 7^0\,14'\,33''$$
$$\delta = 88^0\,56'\,22''.$$

Die eine Asymptote steht also fast genau senkrecht zur Flußsohle.

Die berechneten Geschwindigkeiten y' stimmen an sechs Punkten mit den Beobachtungen überein und weichen an den beiden übrigen Punkten nur um 1 bis 2 vT. von den Beobach-

	x	y	x^2	xy	y^2	$\Sigma(x^2)$	$\Sigma(xy)$	$\Sigma(y^2)$	$\Sigma(x)$	$\Sigma(y)$	$n\cdot f$	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1{}^2$
1	4,85	1,180	23,5225	5,7230	1,3924	39,5225	10,3230	2,7149	8,85	2,33	2 f	1,180	0	0	0	0	0
2	4,00	1,150	16,0000	4,6000	1,3225							1,150	0	0	0	0	0
3	3,00	1,100	9,0000	3,3000	1,2100	13,0000	5,3400	2,2504	5,00	2,12	2 f	1,099		1	1	−0,9	0,81
4	2,00	1,020	4,0000	2,0400	1,0404							1,022	2		4	+2,0	4,00
5	1,00	0,890	1,0000	0,8900	0,7921	1,3600	1,3700	1,4321	1,60	1,69	2 f	0,890	0	0	0	0	0
6	0,60	0,800	0,3600	0,4800	0,6400							0,800	0	0	0	0	0
7	0,30	0,690	0,0900	0,2070	0,4761						f	0,690	0	0	0	0	0
8	0,15	0,590	0,0225	0,0885	0,3481						f	0,590	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm\,1{,}3$ mm; $\varepsilon_1 = \pm\,1{,}3$ vT.

tungen ab. Der mittlere Fehler beträgt absolut nur $\pm 1{,}3$ mm oder $\pm 1{,}3$ vT.

Für $x = 0$ wird y indessen imaginär. Die Hyperbel schwebt wie die Ellipse bei Lotrechte III oberhalb der Flußsohle. Ihr tiefster Punkt liegt 0,077 m über der Sohle. Wenn die Hyperbel in dieser Lage zuträfe, müßte also eine auf der Sohle ruhende Wasserschicht von rd. 8 cm Stärke vorhanden sein, was der Wirklichkeit jedoch widerspricht.

Der mittlere Fehler aller drei Lotrechten berechnet sich für Gleichung 1 nach der Formel

$$M = \pm \sqrt{\frac{[\varepsilon_1{}^2]}{r}} \quad \text{zu} \quad \pm \sqrt{\frac{0^2 + 5{,}1^2 + 1{,}3^2}{3}} = \pm\, 3 \text{ vT.},$$

ist also sehr gering.

Der vollkommen freie Kegelschnitt paßt sich den Beobachtungen somit sehr gut an. Gewichtige Bedenken erregt aber der Umstand, daß bald eine Ellipse, bald eine Hyperbel erscheint, und daß bei den Hyperbeln bald die x-Achse, bald die y-Achse die Hauptachse ist, ferner daß die Drehung der Achsen bald im positiven, bald im negativen Sinne erfolgen muß. Sehr unwahrscheinlich ist auch die ziemlich steile Durchschneidung der Sohle bei Lotrechte I. Die Verminderung der Geschwindigkeit vom untersten Beobachtungspunkt $x = 0{,}15$ m, wo $y = 0{,}500$ m ist, bis zur Sohle, wo die errechnete Geschwindigkeit $v_s = 0{,}420$ m beträgt, ist sehr gering, während in der Nähe der Sohle infolge der Rauhigkeit eine starke Verringerung der Geschwindigkeit vermutet werden muß. Ganz unzulässig aber ist es, daß die Kurven wie bei Lotrechte III und V, die Sohle gar nicht erreichen.

Die gute Anpassung der allgemeinen Kegelschnittgleichung an die Beobachtungen ist somit nur rein mathematischer Natur und ohne sachliche Bedeutung.

Damit der Kegelschnitt in allen Fällen die Sohle erreicht, ist eine Bedingung hinzuzufügen, die ihn dazu zwingt. Als solche Bedingungen kommen in Frage, daß der Kegelschnitt die Sohle berühren, oder daß er sie in einem bestimmten Punkt schneiden muß. Als Schnittpunkt kann nur der Fußpunkt der Lotrechten, der gleichzeitig Anfangspunkt der Koordinaten ist, genommen werden, da derjenige Punkt der Sohle, welcher die Sohlengeschwindigkeit angibt, zunächst noch unbekannt ist und erst aus der Diskussion der Kegelschnittgleichung gefunden wird.

Zunächst werde der Fall betrachtet, daß der Kegelschnitt die Sohle berührt.

Setzt man in der allgemeinen Kegelschnittgleichung $x = 0$, so darf also für y nur ein reeller Wert erscheinen.

$$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f = 0.$$

Für $x = 0$ folgt

$$cy^2 + ey + f = 0$$

$$y^2 + \frac{ey}{c} = -\frac{f}{c}$$

$$y = -\frac{e}{2c} \pm \sqrt{\frac{e^2}{4c^2} - \frac{f}{c}}.$$

Es muß also $\sqrt{\frac{e^2}{4c^2} - \frac{f}{c}} = 0$ oder $f = \frac{e^2}{4c}$ sein.

Die Gleichung eines Kegelschnitts mit freier Achsenlage, der die Sohle berührt, lautet demnach

Gleichung 2.

$$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + \frac{e^2}{4c} = 0.$$

Es sind jetzt nur noch vier Unveränderliche b, c, d, e vorhanden. — Da die Zahlenwerte für x^2, xy, y^2 bereits bei der Untersuchung von Gleichung 1 angeführt sind, so ist ihre Wiederholung bei dieser und den folgenden Berechnungen unterblieben.

Lotrechte I.

Zur Berechnung der vier Unveränderlichen sind vier Beobachtungspaare vorhanden. Es würde sich also ein die Sohle berührender Kegelschnitt zeichnen lassen, der sich den Beobachtungen genau anschließt. Damit nun die bisherige Berechnungsweise beibehalten werden kann, sollen die beiden bei Gleichung 1 aus der aufgetragenen Kurve entnommenen Beobachtungspaare $x = 0{,}72$ $y = 0{,}635$ und $x = 0{,}47$ $y = 0{,}600$ auch hier den vorhandenen vier Beobachtungspaaren hinzugefügt werden. Dann sind wieder wie bei Gleichung 1 vier Unveränderliche aus sechs Beobachtungspaaren zu ermitteln.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$	$\triangle_1{}^2$
{ 1	0,85	0,650	0,649		1	1	− 1,5	2,25
{ 2	0,72	0,635	0,636	1		1	+ 1,6	2,56
{ 3	0,60	0,620	0,620	0	0	0	0	0
{ 4	0,47	0,600	0,599		1	1	− 1,7	2,89
5	0,30	0,560	0,560	0	0	0	0	0
6	0,15	0,500	0,500	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 1{,}2$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 2{,}0$ vT.

Die sechs Bestimmungsgleichungen lauten:

$$1)\ 0{,}7225 + b \cdot 0{,}5525 + c \cdot 0{,}4225 + d \cdot 0{,}85 + e \cdot 0{,}650 + \frac{e^2}{4c} = 0$$

$$2)\ 0{,}5184 + b \cdot 0{,}4572 + c \cdot 0{,}4032 + d \cdot 0{,}72 + e \cdot 0{,}635 + \frac{e^2}{4c} = 0$$

$$1+2)\ 1{,}2409 + b \cdot 1{,}0097 + c \cdot 0{,}8257 + d \cdot 1{,}57 + e \cdot 1{,}285 + \frac{2e^2}{4c} = 0$$

$$3)\ 0{,}3600 + b \cdot 0{,}3720 + c \cdot 0{,}3844 + d \cdot 0{,}60 + e \cdot 0{,}620 + \frac{e^2}{4c} = 0$$

$$4)\ 0{,}2209 + b \cdot 0{,}2820 + c \cdot 0{,}3600 + d \cdot 0{,}47 + e \cdot 0{,}600 + \frac{e^2}{4c} = 0$$

$$3+4)\ 0{,}5809 + b \cdot 0{,}6540 + c \cdot 0{,}7444 + d\ 1{,}07 + e \cdot 1{,}220 + \frac{2e^2}{4c} = 0$$

$$5)\ 0{,}0900 + b \cdot 0{,}1680 + c \cdot 0{,}3136 + d \cdot 0{,}30 + e \cdot 0{,}560 + \frac{e^2}{4c} = 0$$

$$6)\ 0{,}0225 + b \cdot 0{,}0750 + c \cdot 0{,}2500 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}500 + \frac{e^2}{4c} = 0.$$

Hieraus: $b = -82{,}546\,901$
$c = -54{,}262\,564$
$d = +62{,}611\,298$
$e = +27{,}812\,778.$

Als Näherungsgleichung für Lotrechte I ergibt sich danach

$$x^2 - 82{,}546\,901\,xy - 54{,}262\,564\,y^2 + 62{,}611\,298\,x + 27{,}812\,778\,y - 3{,}563\,924 = 0.$$

Die Diskriminante: $-54{,}262\,564 - \left(\frac{82{,}546\,901}{2}\right)^2$ wird negativ, also Hyperbel.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2\,x_0 - 82{,}546\,901\,y_0 + 62{,}611\,298 = 0$$

$$-82{,}546\,901\,x_0 - 108{,}525\,128\,y_0 + 27{,}812\,778 = 0.$$

$$y_0 = +0{,}743; \quad x_0 = -0{,}640;$$
$$k = -13{,}267\,085.$$

Mittelpunktsgleichung der Hyperbel:

$$\xi^2 - 82{,}546\,901\,\xi\eta - 54{,}262\,564\,\eta^2 - 13{,}267\,085 = 0.$$

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{-82{,}546\,901}{1 + 54{,}262\,564}$$

$$\varphi = -28^0\ 5'\ 58''.$$

Hauptachsengleichung der Hyperbel:

$$\frac{X^2}{0{,}75887^2} - \frac{Y^2}{0{,}41\,699^2} = 1.$$

Die X-Achse ist also die Hauptachse der Hyperbel.

Der Winkel, den die eine Asymptote mit der y-Achse bildet, beträgt $\delta = 89^0\ 18'\ 41''$.

Diese Asymptote steht also nahezu senkrecht zur Flußsohle.

Die Hyperbel schließt sich bis auf ganz geringfügige Fehler in der oberen Hälfte der Kurve den Beobachtungen sehr gut an. Der mittlere Fehler beträgt absolut nur $\pm 1{,}2$ mm oder nur $\pm 2{,}0$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}256$.

Lotrechte III (Abb. 4 Bl. 44).

	x	y	$\Sigma(x^2)$	$\Sigma(xy)$	$\Sigma(y^2)$	$\Sigma(x)$	$\Sigma(y)$	$n \cdot \frac{e^2}{4c}$	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	2,50	1,030	10,2500	4,5850	2,0709	4,50	2,035	$\frac{2e^2}{4c}$	1,036	6		36	+5,8	33,64
2	2,00	1,005							0,998		7	49	−7,0	49,00
3	1,50	0,950	3,2500	2,3000	1,6681	2,50	1,825	$\frac{2e^2}{4c}$	0,948		2	4	−2,1	4,41
4	1,00	0,875							0,878	3		9	+3,4	11,56
5	0,60	0,790	0,4500	0,6810	1,1002	0,90	1,480	$\frac{2e^2}{4c}$	0,792	2		4	+2,5	6,25
6	0,30	0,690							0,687		3	9	−4,3	18,49
7	0,15	0,600	0,0225	0,0900	0,3600	0,15	0,600	$\frac{e^2}{4c}$	0,600	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 6{,}1$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 6{,}4$ vT.

Die vier Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $10{,}2500 + b \cdot 4{,}585 + c \cdot 2{,}0709 + d . 4{,}50 + e \cdot 2{,}035 + \frac{2e^2}{4c} = 0$

2) $3{,}2500 + b \cdot 2{,}300 + c \cdot 1{,}6681 + d \cdot 2{,}50 + e \cdot 1{,}825 + \frac{2e^2}{4c} = 0$

3) $0{,}4500 + b \cdot 0{,}681 + c \cdot 1{,}1002 + d \cdot 0{,}90 + e \cdot 1{,}48 + \frac{2e^2}{4c} = 0$

4) $0{,}0225 + b \cdot 0{,}090 + c \cdot 0{,}3600 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}60 + \frac{e^2}{4c} = 0.$

Daraus:

$$b = -260{,}579\,118$$
$$c = -405{,}443\,294$$
$$d = +347{,}4278$$
$$e = +270{,}847\,285.$$

Als Näherungsgleichung für Lotrechte III ergibt sich danach:

$$x^2 - 260{,}579\,118\,xy - 405{,}443\,294\,y^2 + 347{,}4278\,x + 270{,}847\,285\,y - 45{,}233\,352 = 0.$$

Die Diskriminante: $-405\,433\,294 - \left(\frac{260{,}579\,118}{2}\right)^2$ wird negativ, also Hyperbel.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2\,x_o - 260{,}579\,118\,y_o + 347{,}4278 = 0.$$
$$-260{,}579\,118\,x_o - 810{,}886\,588\,y_o + 270{,}847\,285 = 0.$$

$$y_o = +1{,}310; \quad x_o = -3{,}037$$
$$k = -395{,}43116.$$

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{-260{,}579\,118}{1 + 405{,}443\,294}$$

$$\varphi = -16^0\ 19'\ 56{,}5''.$$

Die X-Achse ist die Hauptachse der Hyperbel

$$\delta = 89^0\ 46'\ 22''$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 6{,}1$ mm oder $\pm 6{,}4$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}334$.

Lotrechte V.

	x	y	$\Sigma(x^2)$	$\Sigma(xy)$	$\Sigma(y^2)$	$\Sigma(x)$	$\Sigma(y)$	$n \cdot \frac{e^2}{4c}$	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	4,85	1,180	39,5225	10,3230	2,7149	8,85	2,33	$\frac{e^2}{2c}$	1,181	1		1	+0,9	0,81
2	4,00	1,150							1,149		1	1	−0,9	0,81
3	3,00	1,100	13,0000	5,3400	2,2504	5,00	2,12	$\frac{e^2}{2c}$	1,098		2	4	−1,8	3,24
4	2,00	1,020							1,023	3		9	+2,9	8,41
5	1,00	0,890	1,3600	1,3700	1,4321	1,60	1,69	$\frac{e^2}{2c}$	0,891	1		1	+1,1	1,21
6	0,60	0,800							0,800	0	0	0	0	0
7	0,30	0,690	0,1125	0,2955	0,8242	0,45	1,28	$\frac{e^2}{2c}$	0,687		3	9	−4,4	19,36
8	0,15	0,590							0,595	5		25	+8,5	72,25

$\varepsilon = \pm 3{,}5$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 5{,}1$ vT.

Die vier Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $39{,}5225 + b \cdot 10{,}3230 + c \cdot 2{,}7149 + d \cdot 8{,}85 + e \cdot 2{,}33 + \frac{e^2}{2c} = 0$

2) $13{,}0000 + b \cdot 5{,}340 + c \cdot 2{,}2504 + d \cdot 5{,}00 + e \cdot 2{,}12 + \frac{e^2}{2c} = 0$

3) $1{,}3600 + b \cdot 1{,}37 + c \cdot 1{,}4321 + d \cdot 1{,}60 + e \cdot 1{,}69 + \frac{e^2}{2c} = 0$

4) $0{,}1125 + b \cdot 0{,}2955 + c \cdot 0{,}8242 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}28 + \frac{e^2}{2c} = 0.$

Daraus: $b = -515{,}87759$
$c = -832{,}09527$
$d = +732{,}37100$
$e = +528{,}45678.$

Als Näherungsgleichung für Lotrechte V ergibt sich danach

$$x^2 - 515{,}87759\,xy - 832{,}09527\,y^2 + 732{,}731\,x + 528{,}45678\,y - 83{,}9046 = 0.$$

Die Diskriminante: $-832{,}09527 - \left(\frac{515{,}87759}{2}\right)^2$ wird negativ, also Hyperbel.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_o - 515{,}87759\,y_o + 732{,}371 = 0.$$
$$-515{,}87759\,x_o - 166{,}19054\,y_o + 528{,}45678 = 0.$$

$$y_o = +1{,}406;\quad x_o = -3{,}524$$
$$k = -1002{,}6724$$
$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{-515{,}87759}{1 + 832{,}09527}$$
$$\varphi = -15^0\ 53'\ 0{,}6''$$

Die X-Achse ist die Hauptachse der Hyperbel

$$\delta = 89^0\ 55'\ 25''.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 3{,}5$ mm oder $\pm 5{,}1$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}318.$

Bei allen drei Lotrechten treten also Hyperbeln auf, deren eine Asymptote fast senkrecht zur Flußsohle steht.

Der mittlere Fehler für Gleichung 2 beträgt $\pm 4{,}9$ vT.

Dem Kegelschnitt werde ferner die Bedingung auferlegt, daß er durch den Fußpunkt der Lotrechten gehen muß. Alsdann fällt das von den Veränderlichen freie Glied fort, und die Kegelschnittgleichung lautet:

Gleichung 3.

$$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey = 0.$$

Es treten wie bei Gleichung 2 vier Unveränderliche auf.

Lotrechte I. (Abb. 5 Bl. 44).

Da nur vier Beobachtungspaare vorhanden sind, so werden wie in Gleichung 2, noch die beiden Punkte $x = 0{,}72$ $y = 0{,}635$ und $x = 0{,}47$ $y = 0{,}600$ aus der aufgetragenen Kurve hinzugefügt.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
{1	0,85	0,650	0,649		1	1	− 1,5	2,25
{2	0,72	0,635	0,636	1		1	+ 1,6	2,56
{3	0,60	0,620	0,620	0	0	0	0	0
{4	0,47	0,600	0,599		1	1	− 1,7	2,89
5	0,30	0,560	0,560	0	0	0	0	0
6	0,15	0,500	0,500	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 1{,}2$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 2{,}0$ vT.

Die sechs Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $0{,}7225 + b \cdot 0{,}5525 + c \cdot 0{,}4225 + d \cdot 0{,}85 + e \cdot 0{,}650 = 0$
2) $0{,}5184 + b \cdot 0{,}4572 + c \cdot 0{,}4032 + d \cdot 0{,}72 + e \cdot 0{,}535 = 0$

1+2) $1{,}2409 + b \cdot 1{,}0097 + c \cdot 0{,}8257 + d \cdot 1{,}57 + e \cdot 1{,}285 = 0$

3) $0{,}3600 + b \cdot 0{,}3720 + c \cdot 0{,}3844 + d \cdot 0{,}60 + e \cdot 0{,}620 = 0$
4) $0{,}2209 + b \cdot 0{,}2820 + c \cdot 0{,}3600 + d \cdot 0{,}47 + e \cdot 0{,}600 = 0$

3+4) $0{,}5809 + b \cdot 0{,}6540 + c \cdot 0{,}7444 + d \cdot 1{,}07 + e \cdot 1{,}220 = 0$

5) $0{,}0900 + b \cdot 0{,}1680 + c \cdot 0{,}3136 + d \cdot 0{,}30 + e \cdot 0{,}560 = 0$
6) $0{,}0225 + b \cdot 0{,}0750 + c \cdot 0{,}2500 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}500 = 0.$

Daraus: $b = -51{,}946067$
$c = -22{,}6395$
$d = +38{,}329581$
$e = +7{,}568122.$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$x^2 - 51{,}946067\,xy - 22{,}6395\,y^2 + 38{,}329581\,x + 7{,}568122\,y = 0.$$

Die Diskriminante: $-22{,}6395 - \left(\frac{51{,}946067}{2}\right)^2$ wird negativ, also Hyperbel.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_o - 51{,}946067\,y_o + 38{,}329581 = 0$$
$$-51{,}946067\,x_o - 45{,}2790\,y_o + 7{,}568122 = 0.$$

$$y_o = +0{,}719;\quad x_o = -0{,}481$$
$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{-51{,}946067}{1 + 22{,}6395}$$
$$\varphi = -32^0\ 45'\ 55{,}5''$$
$$\delta = 88^0\ 54'\ 23''.$$

Der mittlere Fehler beträgt nur absolut $\pm 1{,}2$ mm oder $\pm 2{,}0$ vT.

Die Hyperbel schließt sich bis auf ganz geringfügige Abweichungen in der oberen Hälfte der Kurve an die Beobachtungen sehr gut an.

Für $x = 0$ wird $v_{s_1} = 0$ und $v_{s_2} = 0{,}335.$

Lotrechte III (Abb. 6 Bl. 44).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
{1	2,50	1,030	1,026		4	16	− 3,9	15,21
{2	2,00	1,005	1,001		4	16	− 4,0	16,00
{3	1,50	0,950	0,954	4		16	+ 4,2	17,64
{4	1,00	0,875	0,879	4		16	+ 4,6	21,16
{5	0,60	0,790	0,786		4	16	− 5,1	26,01
{6	0,30	0,690	0,682		8	64	− 11,6	134,56
7	0,15	0,600	0,610	10		100	+ 16,6	275,56

$\varepsilon = \pm 9$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 13$ vT.

Die vier Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $10{,}2500 + b \cdot 4{,}5850 + c \cdot 2{,}0709 + d \cdot 4{,}50 + e \cdot 2{,}0350 = 0$
2) $3{,}2500 + b \cdot 2{,}3000 + c \cdot 1{,}6681 + d \cdot 2{,}50 + e \cdot 1{,}825 = 0$
3) $0{,}4500 + b \cdot 0{,}6810 + c \cdot 1{,}1002 + d \cdot 0{,}90 + e \cdot 1{,}480 = 0$
4) $0{,}0225 + b \cdot 0{,}0900 + c \cdot 0{,}3600 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}600 = 0.$

Daraus: $b = +2{,}57332$
$c = +16{,}55595$
$d = -8{,}67473$
$e = -8{,}38417.$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$x^2 + 2{,}57332\,xy + 16{,}55595\,y^2 - 8{,}67473\,x - 8{,}38417\,y = 0.$$

Die Diskriminante: $16{,}55595 - \left(\frac{2{,}57332}{2}\right)^2$ wird positiv also Ellipse.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_o + 2{,}57332\,y_o - 8{,}67473 = 0$$
$$2{,}57332\,x_o + 33{,}11190\,y_o - 8{,}38417 - 0.$$

$$y_o = -0{,}093;\quad x_o = +4{,}457$$
$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{2{,}57332}{1 - 16{,}55595}$$
$$\varphi = -4^0\ 41'\ 47{,}4''.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm$ 9 mm oder $\pm$ 13. vT. Hier finden sich zum erstenmal Abweichungen von mehr als 10 vT. und zwar in den Punkten $x = 0{,}15$ und $x = 0{,}30$.

Für $x = 0$ wird $v_{s_1} = 0$ und $v_{s_2} = 0{,}506$.

Lotrechte V.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	4,85	1,180	1,181	1		1	+ 0,9	0,81
2	4,00	1,150	1,149		1	1	− 0,9	0,81
3	3,00	1,100	1,098		2	4	− 1,8	3,24
4	2,00	1,020	1,023	3		9	+ 2,9	8,41
5	1,00	0,890	0,891	1		1	+ 1,1	1,21
6	0,60	0,800	0,798		2	4	− 2,5	6,25
7	0,30	0,690	0,686		4	16	− 5,8	33,64
8	0,15	0,590	0,596	6		36	+ 10,2	104,04

$\varepsilon = \pm 4$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 6{,}3$ vT.

Die vier Bestimmungsgleichungen lauten:

$$1)\ 39{,}5225 + b \cdot 10{,}3230 + c \cdot 2{,}7149 + d \cdot 8{,}85 + e \cdot 2{,}33 = 0$$
$$2)\ 13{,}0000 + b \cdot 5{,}340 + c \cdot 2{,}2504 + d \cdot 5{,}00 + e \cdot 2{,}12 = 0$$
$$3)\ 1{,}3600 + b \cdot 1{,}3700 + c \cdot 1{,}4321 + d \cdot 1{,}60 + e \cdot 1{,}69 = 0$$
$$4)\ 0{,}1125 + b \cdot 0{,}2955 + c \cdot 0{,}8242 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}28 = 0.$$

Daraus: $b = -141{,}197424$
$c = -161{,}563726$
$d = +191{,}579499$
$e = +69{,}1886.$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$x^2 - 141{,}197424\,xy - 161{,}563726\,y^2 + 191{,}579499\,x + 69{,}1886\,y = 0.$$

Die Diskriminante: $-161{,}563726 - \left(\frac{141{,}197424}{2}\right)^2$ wird negativ, also Hyperbel.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 141{,}197424\,y_0 + 191{,}579499 = 0.$$
$$-141{,}197424\,x_0 - 323{,}127452\,y_0 + 69{,}1886 = 0.$$

$$y_0 = +1{,}321; \quad x_0 = +2{,}533$$
$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{-141{,}193424}{1 + 161{,}563726}$$
$$\varphi = -20^0\ 29'\ 17{,}5''$$
$$\delta = 89^0\ 35'\ 51''.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm$ 4 mm oder $\pm$ 6,3 vT. Auch hier findet sich ein Fehler von mehr als 10 vT. und zwar im Punkte $x = 0{,}15$. Für $x = 0$ wird $v_{s_1} = 0$ und $v_{s_2} = 0{,}428$.

Der mittlere Fehler für Gleichung 3 beträgt $\pm$ 8,4 vT. Auch hier steht, soweit sich Hyperbeln ergeben haben, eine der Asymptoten fast senkrecht zur Flußsohle. Die Kurven durchschneiden zunächst die positive y-Achse und gehen erst dann durch den Fußpunkt der Lotrechten.

In den bisher beobachteten Fällen hatten die Achsen der Kegelschnitte eine beliebige Lage. Da hiergegen gewichtige Bedenken zu erheben sind, so bleibt weiter zu untersuchen, welche Fehler entstehen, wenn die Kegelschnittachsen den Koordinatenachsen gleichlaufen.

Eine Sohlenbedingung werde zunächst nicht an den Kegelschnitt geknüpft. Alsdann fällt aus der Kegelschnittgleichung nur das Glied mit xy fort, und die neue Gleichung 4 lautet:

Gleichung 4.

$$x^2 + cy^2 + dx + ey + f = 0.$$

Es sind wie bei Gleichung 2 und 3 vier Unveränderliche vorhanden.

Lotrechte I.

Da nur vier Beobachtungspaare aus den Messungen gewonnen sind, so werden, wie bei Gleichung 2 und 3, noch die beiden Punkte $x = 0{,}72$ $y = 0{,}635$ und $x = 0{,}47$ $y = 0{,}600$ aus der aufgetragenen Kurve hinzugefügt.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	0,85	0,650	0,649		1	1	− 1,5	2,25
2	0,72	0,635	0,636	1		1	+ 1,6	2,56
3	0,60	0,620	0,621	1		1	+ 1,6	2,56
4	0,47	0,600	0,599		1	1	− 1,7	2,89
5	0,30	0,560	0,560	0	0	0	0	0
6	0.15	0.500	0,500	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 1{,}4$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 2{,}3$ vT.

Die sechs Bestimmungsgleichungen lauten:

$$1)\ 0{,}7225 + c \cdot 0{,}4225 + d \cdot 0{,}85 + e \cdot 0{,}650 + f = 0$$
$$2)\ 0{,}5184 + c \cdot 0{,}4032 + d \cdot 0{,}72 + e \cdot 0{,}635 + f = 0$$
$$1+2)\ 1{,}2409 + c \cdot 0{,}8257 + d \cdot 1{,}57 + e \cdot 1{,}285 + 2f = 0$$
$$3)\ 0{,}3600 + c \cdot 0{,}3844 + d \cdot 0{,}60 + e \cdot 0{,}620 + f = 0$$
$$4)\ 0{,}2209 + c \cdot 0{,}3600 + d \cdot 0{,}47 + e \cdot 0{,}600 + f = 0$$
$$3+4)\ 0{,}5809 + c \cdot 0{,}7444 + d \cdot 1{,}07 + e \cdot 1{,}220 + 2f = 0$$
$$5)\ 0{,}0900 + c \cdot 0{,}3136 + d \cdot 0{,}30 + e \cdot 0{,}560 + f = 0$$
$$6)\ 0{,}0225 + c \cdot 0{,}2500 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}500 + f = 0.$$

Daraus: $c = +30{,}15375$
$d = -2{,}84641$
$e = -25{,}97189$
$f = +5{,}85195.$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$x^2 + 30{,}15375\,y^2 - 2{,}84641\,x - 25{,}97189\,y + 5{,}85195 = 0,$$

also Ellipse.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 2{,}84641 = 0$$
$$60{,}3075\,y_0 - 25{,}97189 = 0.$$

$$y_0 = +0{,}431; \quad x_0 = +1{,}423.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm$ 1,4 mm oder $\pm$ 2,3 vT.

Die Ellipse schließt sich zwar bis auf ganz geringfügige Abweichungen in der oberen Hälfte der Kurve an die Beobachtungen sehr gut an, für $x = 0$ wird y indessen imaginär. Die Ellipse berührt die Sohle also nicht. Ihr tiefster Punkt liegt vielmehr bei $x = 0{,}095$ m.

Lotrechte III (Abb. 7 Bl. 44).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	2,50	1,030	1,035	5		25	+ 4,8	23,04
2	2,00	1,005	1,000		5	25	− 5,0	25,00
3	1,50	0,950	0,949		1	1	− 1,1	1,21
4	1,00	0,875	0,876	1		1	+ 1,1	1,21
5	0,60	0,790	0,790	0	0	0	0	0
6	0,30	0,690	0,690	0	0	0	0	0
7	0,15	0,600	0,600	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 4$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 4{,}1$ vT.

Die vier Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $10{,}2500 + c \cdot 2{,}0709 + d \cdot 4{,}5 \quad + e \cdot 2{,}035 + 2f = 0$

2) $3{,}2500 + c \cdot 1{,}6681 + d \cdot 2{,}5 \quad + e \cdot 1{,}825 + 2f = 0$

3) $0{,}4500 + c \cdot 1{,}1002 + d \cdot 0{,}9 \quad + e \cdot 1{,}48 \quad + 2f = 0$

4) $0{,}0225 + c \cdot 0{,}3600 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}60 \ + \ f = 0.$

Daraus: $c = +41{,}559929$

$d = -\ 7{,}474668$

$e = -41{,}861920$

$f = +11{,}254278.$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$x^2 + 41{,}559929\, y^2 - 7{,}474668\, x - 41{,}86192\, y + 11{,}254278 = 0, \text{ also Ellipse.}$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 7{,}474668 = 0$$

$$83{,}119858\, y_0 - 41{,}86192 = 0.$$

$$y_0 = 0{,}504; \quad x_0 = 3{,}737.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm$ 4 mm oder $\pm$ 4,1 vT. Für $x = 0$ wird y imaginär. Die Ellipse berührt also die Sohle nicht, ihr tiefster Punkt liegt bei $x = 0{,}100$.

Lotrechte V.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1{}^2$
{ 1	4,85	1,180	1,178		2	4	− 1,7	2,89
{ 2	4,00	1,150	1,152	2		4	+ 1,7	2,89
{ 3	3,00	1,100	1,100	0	0	0	0	0
{ 4	2,00	1,020	1,020	0	0	0	0	0
{ 5	1,00	0,890	0,888		2	4	− 2,3	5,29
{ 6	0,60	0,800	0,803	3		9	+ 3,8	14,44
{ 7	0,30	0,690	0,701	11		121	+ 16,0	256,00
{ 8	0,15	0,590	Imaginär					

$\varepsilon = \pm 7$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 9{,}7$ vT.

Die vier Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $39{,}5225 + c \cdot 2{,}7149 + d \cdot 8{,}85 + e \cdot 2{,}33 + 2f = 0$

2) $13{,}0000 + c \cdot 2{,}2504 + d \cdot 5{,}00 + e \cdot 2{,}12 + 2f = 0$

3) $1{,}3600 + c \cdot 1{,}4321 + d \cdot 1{,}60 + e \cdot 1{,}69 + 2f = 0$

4) $0{,}1125 + c \cdot 0{,}8242 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}28 + 2f = 0.$

Daraus: $c = +\ 91{,}12382$

$d = -\ 12{,}21657$

$e = -103{,}884407$

$f = +\ 31{,}626373.$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$x^2 + 91{,}12382\, y^2 - 12{,}21657\, x - 103{,}884407\, y + 31{,}626373 = 0, \text{ also Ellipse.}$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 12{,}21657 = 0.$$

$$182{,}24764\, y_0 - 103{,}884407 = 0.$$

$$y_0 = 0{,}570; \quad x_0 = 6{,}108.$$

Für $x = 0{,}15$ und $x = 0$ wird y imaginär. Der tiefste Punkt der Ellipse liegt bei $x = 0{,}168$. Für die übrigen Beobachtungspunkte beträgt der mittlere Fehler absolut $\pm$ 7 mm oder $\pm$ 9,7 vT.

Ein mittlerer Fehler läßt sich für Gleichung 4 nicht berechnen, da schon für Lotrechte V ein solcher nicht berechnet werden kann.

Sobald die Achsen des Kegelschnitts mit den Koordinatenachsen gleichlaufen, treten demnach überall Ellipsen[4]) auf, welche die Sohle — wie bei Gleichung 1 — nicht erreichen. Auch hier muß also eine Sohlenbedingung hinzugefügt werden, und zwar wird wiederum zunächst die Bedingung gestellt, daß der Kegelschnitt die Sohle berührt. Alsdann lautet die Kegelschnittgleichung:

Gleichung 5.

$$x^2 + cy^2 + dx + ey + \frac{e^2}{4c} = 0.$$

Lotrechte I.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1{}^2$
{ 1	0,85	0,650	0,646		4	16	− 6,2	38,44
{ 2	0,60	0,620	0,624	4		16	+ 6,5	42,25
3	0,30	0,560	0,560	0	0	0	0	0
4	0,15	0,500	0,500	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 5{,}7$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 9{,}0$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $1{,}0825 + c \cdot 0{,}8069 + d \cdot 1{,}45 + e \cdot 1{,}27 + \frac{e^2}{2c} = 0$

2) $0{,}0900 + c \cdot 0{,}3136 + d \cdot 0{,}30 + e \cdot 0{,}56 + \frac{e^2}{4c} = 0$

3) $0{,}0225 + c \cdot 0{,}2500 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}50 + \frac{e^2}{4c} = 0.$

Daraus: $c = +\ 9{,}443196$

$d = -1{,}95627$

$e = -\ 6{,}244112.$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$x^2 + 9{,}443196\, y^2 - 1{,}95627\, x - 6{,}244112\, y + 1{,}032197 = 0, \text{ also Ellipse.}$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 1{,}95627 = 0.$$

$$18{,}886392\, y_0 - 6{,}244112 = 0.$$

$$y_0 = 0{,}331; \quad x_0 = 0{,}978.$$

Hier tritt zum erstenmal bei Lotrechte I ein merklicher Fehler auf. Er beläuft sich absolut auf $\pm$ 5,7 mm oder auf $\pm$ 9,0 vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}331$ m.

Lotrechte III (Abb. 8 Bl. 44).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1{}^2$
{ 1	2,50	1,030	1,030	0	0	0	0	0
{ 2	2,00	1,005	1,002		3	9	− 3,0	9,00
{ 3	1,50	0,950	0,953	3		9	+ 3,1	9,61
{ 4	1,00	0,875	0,878	3		9	+ 3,4	11,56
{ 5	0,60	0,790	0,787		3	9	− 3,8	14,44
{ 6	0,30	0,690	0.685		5	25	− 7,3	53,29
{ 7	0,15	0,600	0,608	8		64	+ 13,4	179,56

$\varepsilon = \pm 5{,}6$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 8{,}3$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $12{,}5000 + c \cdot 2{,}9734 + d \cdot 6{,}0 \ + e \cdot 2{,}985 + 0{,}75 \frac{e^2}{c} = 0$

2) $1{,}3600 + c \cdot 1{,}3897 + d \cdot 1{,}6 \ + e \cdot 1{,}665 + 0{,}50 \frac{e^2}{c} = 0$

3) $0{,}1125 + c \cdot 0{,}8361 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}290 + 0{,}50 \frac{e^2}{c} = 0.$

---

4) Ellipsen hat v. Gerstner in seinem Handbuch der Mechanik, 2. Band, Prag 1832, S. 317 u. f. als Vertikalgeschwindigkeitskurven angenommen.

Daraus: $c = + 23{,}731195$
$d = - 6{,}105870$
$e = - 19{,}635592.$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$x^2 + 23{,}731195\, y^2 - 6{,}105870\, x - 19{,}635592\, y + 4{,}061707 = 0,$$ also Ellipse.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 6{,}10587 = 0.$$
$$47{,}46239\, y_0 - 19{,}635592 = 0.$$

$$y_0 = 0{,}414; \quad x_0 = 3{,}053.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 5{,}6$ mm oder $\pm 8{,}3$ vT. Ein Fehler von mehr als 10 vT. zeigt sich bei $x = 0{,}15$.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}414$ m.

Lotrechte V.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	4,85	1,180	1,157		23	529	−19,5	380,25
2	4,00	1,150	1,157	7		49	+ 6,1	37,21
3	3,00	1,100	1,118	18		324	+16,4	268,96
4	2,00	1,020	1,035	15		225	+14,7	216,09
5	1,00	0,890	0,883		7	49	− 7,9	62,41
6	0,60	0,800	0,786		14	196	−17,6	309,76
7	0,30	0,690	0,681		9	81	−13,0	169,00
8	0,15	0,590	0,604	14		196	+23,8	566,40

$\varepsilon = \pm 18{,}1$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 20{,}1$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $48{,}5225 + c \cdot 3{,}9249 + d \cdot 11{,}85 + e \cdot 3{,}43 + 0{,}75 \dfrac{e^2}{c} = 0$

2) $5{,}3600 + c \cdot 2{,}4725 + d \cdot 3{,}60 + e \cdot 2{,}71 + 0{,}75 \dfrac{e^2}{c} = 0$

3) $0{,}1125 + c \cdot 0{,}8242 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}28 + 0{,}5 \dfrac{e^2}{c} = 0.$

Daraus: $c = + 36{,}00505$
$d = - 8{,}982415$
$e = - 29{,}6546.$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$x^2 + 36{,}00505\, y^2 - 8{,}982415\, x - 29{,}6546\, y + 6{,}10605 = 0,$$ also Ellipse.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 8{,}982415 = 0.$$
$$72{,}0101\, y_0 - 29{,}6546 = 0.$$

$$y_0 = 0{,}412; \quad x_0 = 4{,}491.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 18{,}1$ mm oder $\pm 20{,}1$ vT. Hier tritt zum erstenmal ein Fehler von mehr als 20 vT. auf, und zwar bei $x = 0{,}15$.

Für x_0 wird $v_s = 0{,}412$ m.

Der mittlere Fehler für Gleichung 5 beträgt $\pm 13{,}6$ vT. Da er für Gleichung 2 nur $\pm 4{,}9$ vT. beträgt, so ist durch die Aufrechtstellung der Achsen der Kegelschnitte also eine wesentliche Vergrößerung der Fehler entstanden gegenüber der freien Lage der Achsen.

Als andere Sohlenbedingung werde verlangt, daß der Kegelschnitt durch den Fußpunkt der Lotrechten geht. Die Kegelschnittgleichung nimmt dann die Form an:

Gleichung 6.

$$x^2 + cy^2 + dx + ey = 0.$$

Lotrechte I.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	0,85	0,650	0,644		6	36	−9,2	85
2	0,60	0,620	0,626	6		36	+9,7	94
3	0,30	0,560	0,560	0	0	0	0	0
4	0,15	0,500	0,500	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 8{,}5$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 13{,}4$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $1{,}0825 + c \cdot 0{,}8069 + d \cdot 1{,}45 + e \cdot 1{,}27 = 0$

2) $0{,}0900 + c \cdot 0{,}3136 + d \cdot 0{,}30 + e \cdot 0{,}56 = 0$

3) $0{,}0225 + c \cdot 0{,}2500 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}50 = 0.$

Daraus: $c = + 4{,}995238$
$d = - 1{,}762424$
$e = - 2{,}013892.$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$x^2 + 4{,}995238\, y^2 - 1{,}762424\, x - 2{,}013892 = 0,$$ also Ellipse.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 1{,}762424 = 0.$$
$$9{,}990476\, y_0 - 2{,}013892 = 0.$$

$$y_0 = 0{,}202; \quad x_0 = 0{,}881.$$

Der mittlere Fehler beträgt $\pm 8{,}5$ mm oder $\pm 13{,}4$ vT.
Für $x = 0$ wird $v_{s_1} = 0$ und $v_{s_2} = 0{,}403$ m.

Lotrechte III. (Abb. 9 Bl. 44).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	2,50	1,030	1,023		7	49	− 6,8	46,24
2	2,00	1,005	1,004		1	1	− 1,0	1,00
3	1,50	0,950	0,958	8		64	+ 8,4	70,56
4	1,00	0,875	0,880	5		25	+ 5,7	32,49
5	0,60	0,790	0,784		6	36	− 7,6	57,76
6	0,30	0,690	0,681			81	−13,0	169,00
7	0,15	0,600	0,611	11	9	121	+18,4	33,856

$\varepsilon = \pm 9{,}7$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 13{,}4$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $12{,}500 + c \cdot 2{,}9734 + d \cdot 6{,}0 + e \cdot 2{,}985 = 0$

2) $1{,}3600 + c \cdot 1{,}3897 + d \cdot 1{,}6 + e \cdot 1{,}665 = 0$

3) $0{,}1125 + c \cdot 0{,}8361 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}290 = 0.$

Daraus: $c = + 13{,}402965$
$d = - 5{,}275836$
$e = - 6{,}933793.$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$x^2 + 13{,}402965\, y^2 - 5{,}275836\, x - 6{,}933793\, y = 0,$$ also Ellipse.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 5{,}275836 = 0.$$
$$26{,}805930\, y_0 - 6{,}933793 = 0$$

$$y_0 = 0{,}259; \quad x_0 = 2{,}638.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 9{,}7$ mm oder $\pm 13{,}4$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_{s_1} = 0$ und $v_{s_2} = 0{,}518$ m.

Lotrechte V.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	4,85	1,180	1,145		35	1225	— 29,5	870,25
2	4,00	1,150	1,158	8		64	+ 7,0	49,00
3	3,00	1,100	1,128	28		784	+ 25,5	650,25
4	2,00	1,020	1,043	23		529	+ 22,5	506,25
5	1,00	0,890	0,880		10	100	— 11,3	127,69
6	0,60	0,800	0,778		22	484	— 27,6	761,76
7	0,30	0,690	0,675		15	225	— 21,8	475,24
8	0,15	0,590	0,608	18		324	+ 30,5	930,25

$\varepsilon = \pm 27{,}3$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 29{,}6$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $48{,}5225 + c \cdot 3{,}9249 + d \cdot 11{,}85 + e \cdot 3{,}43 = 0$

2) $5{,}3600 + c \cdot 2{,}4725 + d \cdot 3{,}60 + e \cdot 2{,}71 = 0$

3) $0{,}1125 + c \cdot 0{,}8242 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}28 = 0.$

Daraus: $c = + 22{,}853\,350$

$d = - 8{,}215\,248$

$e = - 11{,}915\,133.$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$x^2 + 22{,}85\,335\, y^2 - 8{,}215\,248\, x - 11{,}915\,133\, y = 0,$$

also Ellipse.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 8{,}215\,248 = 0$$

$$45{,}7067\, y_0 - 11{,}915\,133 = 0.$$

$$y_0 = 0{,}261; \quad x_0 = 4{,}108.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm$ 27,3 mm oder $\pm$ 29,6 vT. Hier tritt zuerst ein Fehler von mehr als 30 vT., und zwar bei $x = 0{,}15$ auf. Ferner zeigt sich eine Verringerung der Geschwindigkeit an der Oberfläche, da der Mittelpunkt der Ellipse unter der Oberfläche liegt.

Für $x = 0$ wird $v_{s_1} = 0$ und $v_{s_2} = + 0{,}521$ m.

Der mittlere Fehler der Gleichung 6 beträgt $\pm$ 20,3 vT. Da der mittlere Fehler für Gleichung 3 nur $\pm$ 8,4 vT. beträgt, so ist auch in diesem Falle durch das Aufrechtstellen der Kegelschnittachsen eine erhebliche Vergrößerung des Fehlers eingetreten.

Wie bei Gleichung 5 ergeben sich auch hier überall Ellipsen, die wie die Kurven bei Gleichung 3 zunächst die positive y-Achse schneiden und dann erst durch den Fußpunkt der Lotrechten gehen.

Endlich soll noch der Fall untersucht werden, daß der Kegelschnitt die Sohle im Fußpunkt der Lotrechten berührt. Die Scheitelgleichung des Kegelschnittes lautet dann:

Gleichung 7.

$$x^2 + cy^2 + dx = 0.$$

Es sind nur noch zwei Unveränderliche vorhanden, zu deren Bestimmung zwei Gleichungen erforderlich sind.

Lotrechte I.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	0,85	0,650	0,591		59	3481	— 91	8281
2	0,60	0,620	0,676	56		3136	+ 91	8281
3	0,30	0,560	0,596	36		1296	+ 64	4096
4	0,15	0,500	0,457		43	1849	— 86	7396

$\varepsilon = \pm 70$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 118$ vT.

Die zwei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $1{,}0825 + c \cdot 0{,}8069 + d \cdot 1{,}45 = 0$

2) $0{,}1125 + c \cdot 0{,}5636 + d \cdot 5{,}45 = 0.$

Daraus: $c = + 0{,}713\,476$

$d = - 1{,}143\,589.$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$x^2 + 0{,}713\,476\, y^2 - 1{,}143\,589 = 0, \text{ also Ellipse.}$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 1{,}143\,589 = 0.$$

$$y_0 = 0; \quad x_0 = 0{,}572.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm$ 70 mm oder $\pm$ 118 vT. Die Einzelfehler gehen bis 91 vT.

Für $x = 0$ wird auch $y = 0$.

Lotrechte III (Abb. 10 Bl. 44).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	2,50	1,030	0,713		317	100489	— 309	95481
2	2,00	1,005	0,993		12	144	— 12	144
3	1,50	0,950	1,083	133		17689	+ 140	19600
4	1,00	0,875	1,035	110		25600	+ 183	33489
5	0,60	0,790	0,884	94		8836	+ 118	13924
6	0,30	0,690	0,666		24	576	— 35	576
7	0,15	0,600	0,484		116	13456	— 194	37636

$\varepsilon = \pm 183$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 200$ vT.

Die zwei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $13{,}5000 + c \cdot 3{,}7390 + d \cdot 7{,}0 = 0$

2) $0{,}4725 + c \cdot 1{,}4602 + d \cdot 1{,}05 = 0.$

Daraus: $c = + 1{,}726\,247$

$d = - 2{,}850\,634.$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$x^2 + 1{,}726\,247\, y^2 - 2{,}850\,634\, x = 0, \text{ also Ellipse.}$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 2{,}850\,634 = 0$$

$$y_0 = 0; \quad x_0 = 1{,}425.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm$ 183 mm oder $\pm$ 200 vT. Die Einzelfehler gehen bis 309 vT.

Für $x = 0$ wird auch $y = 0$.

Lotrechte V.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle^1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	4,85	1,180	0,707		473	223729	— 400	160000
2	4,00	1,150	1,111		39	1521	— 34	1156
3	3,00	1,100	1,284	184		33856	+ 168	28224
4	2,00	1,020	1,258	238		56644	+ 233	54289
5	1,00	0,890	1,016	126		15876	+ 142	2 0164
6	0,60	0,800	0,823	23		529	+ 29	841
7	0,30	0,690	0,600		90	8100	— 130	16900
8	0,15	0,590	0,431		159	25281	— 270	72900

$\varepsilon = 247$ mm; $\varepsilon_1 = 243$ vT.

Die zwei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $52{,}5225 + c \cdot 4{,}9653 + d \cdot 13{,}85 = 0$

2) $1{,}4725 + c \cdot 2{,}2563 + d \cdot 2{,}05 = 0.$

Daraus: $c = + 4{,}142\,065$

$d = - 5{,}27\,719.$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$x^2 + 4{,}142\,065\, y^2 - 5{,}27\,719\, x = 0, \text{ also Ellipse.}$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 5{,}27\,719 = 0.$$

$$y_0 = 0; \quad x_0 = 2{,}639.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut ± 247 mm oder ± 243 vT. Die Einzelfehler gehen bis 400 vT.

Für $x = 0$ wird auch $y = 0$.

Der mittlere Fehler für Gleichung 7 berechnet sich zu ± 194 vT.

Auch hier zeigen sich wie bei Gleichung 5 und 6 überall Ellipsen. Ihr Mittelpunkt rückt tief unter die Oberfläche, weshalb im mittleren Teil der Lotrechten die Geschwindigkeiten zu groß, in der Nähe der Sohle und der Oberfläche aber zu klein ausfallen.

Bisher sind nur Ellipsen und Hyperbeln gefunden worden. Es entsteht die Frage, ob sich nur zufällig keine Parabel ergeben hat, oder ob die Parabel grundsätzlich nicht zutrifft. Die Untersuchung soll daher noch im besonderen auf die Parabel ausgedehnt werden.

3. Anpassung der Parabel zweiter Ordnung an die Lotrechten I, III und V.

Die Gleichung der Parabel zweiter Ordnung mit senkrechter Achse lautet allgemein:

Gleichung 8.

$$y^2 + dx + ey + f = 0.$$

Es sind also drei Unveränderliche vorhanden, zu deren Bestimmung drei Gleichungen erforderlich sind.

Lotrechte I.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
{ 1	0,85	0,650	0,652	2		4	+ 3,1	9,61
{ 2	0,60	0,620	0,618		2	4	− 3,2	10,24
3	0,30	0,560	0,560	0	0	0	0	0
4	0,15	0,500	0,500	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 2,8$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 4,5$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

$$1)\ 0,8069 + d \cdot 1,45 + e \cdot 1,27 + 2f = 0$$
$$2)\ 0,3136 + d \cdot 0,30 + e \cdot 0,56 + f = 0$$
$$3)\ 0,2500 + d \cdot 0,15 + e \cdot 0,50 + f = 0.$$

Daraus: $d = -0,043579$

$e = -0,951053$

$f = +0,232063.$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$y^2 - 0,043579\,x - 0,951053\,y + 0,232063 = 0.$$

Parameter $2p = -d$.

$$p = -\frac{d}{2} = +0,022.$$

Abstand a der Parabelachse von der Lotrechten

$$a = -\frac{e}{2} = +0,476.$$

Abstand c der Scheiteltangente von der Sohle

$$c = \frac{a^2 - f}{-d} = -0,136.$$

Der Scheitel der Parabel liegt also 0,136 m über der Sohle.

Für $x = 0$ wird y imaginär.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 2,8$ mm oder $\pm 4,5$ vT.

Lotrechte III (Abb. 11 Bl. 44).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
{ 1	2,50	1,030	1,046	16		256	+ 15,6	243,36
{ 2	2,00	1,005	0,996		9	81	− 9,0	81,00
{ 3	1,50	0,950	0,940		10	100	− 10,6	112,36
{ 4	1,00	0,875	0,870		5	25	− 5,7	32,49
{ 5	0,60	0,790	0,797	7		49	+ 8,9	79,21
{ 6	0,30	0,690	0,710	20		400	+ 29,0	841,00
{ 7	0,15	0,600	imaginär.					

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

$$1)\ 2,9734 + d \cdot 6,0 + e \cdot 2,985 + 3f = 0$$
$$2)\ 1,3897 + d \cdot 1,6 + e \cdot 1,665 + 2f = 0$$
$$3)\ 0,8361 + d \cdot 0,45 + e \cdot 1,29 + 2f = 0.$$

Daraus: $d = -0,080366$

$e = -1,229812$

$f = +0,393261.$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$y^2 - 0,080366\,x - 1,229812\,y + 0,393261 = 0.$$

$$p = -\frac{d}{2} = +0,040$$

$$a = -\frac{e}{2} = +0,615$$

$$c = \frac{a^2 - f}{-d} = -0,189.$$

Für $x = 0$ und $x = 0,15$ wird y imaginär.

Der tiefste Punkt (Scheitel) der Parabel liegt bei $x = 0,189$. Es treten im einzelnen Fehler bis 29 vT. auf.

Der mittlere Fehler der Beobachtungspunkte 1 bis 6 beträgt absolut $\pm 17,4$ mm oder $\pm 21,5$ vT.

Lotrechte V.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
{ 1	4,85	1,180	1,197	17		289	+ 14,4	207,36
{ 2	4,00	1,150	1,148		2	4	− 1,7	2,89
{ 3	3,00	1,100	1,081		19	361	− 17,2	295,84
{ 4	2,00	1,020	1,002		18	324	− 17,8	316,84
{ 5	1,00	0,890	0,896	6		36	+ 6,8	46,24
{ 6	0,60	0,800	0,834	34		1156	+ 42,5	1806,25
{ 7	0,30	0,690	0,764	74		5476	+ 108,0	11664,00
{ 8	0,15	0,590	imaginär.					

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

$$1)\ 3,9249 + d \cdot 11,85 + e \cdot 3,43 + 3f = 0$$
$$2)\ 2,4725 + d \cdot 3,6 + e \cdot 2,71 + 3f = 0$$
$$3)\ 0,8242 + d \cdot 0,45 + e \cdot 1,28 + 2f = 0.$$

Daraus: $d = -0,058332$

$e = -1,348834$

$f = +0,464278.$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$y^2 - 0,058332\,x - 1,348834\,y + 0,464278 = 0.$$

$$p = -\frac{d}{2} = +0,029$$

$$a = -\frac{e}{2} = +0,674$$

$$c = \frac{a^2 - f}{-d} = -0,162.$$

Der Scheitel der Parabel liegt also 0,162 m über der Sohle. Für $x = 0$ und $x = 0,15$ wird y imaginär. Es treten Fehler bis zu 108 vT. auf.

Der mittlere Fehler der Beobachtungspunkte 1 bis 7 beträgt absolut ± 44 mm oder $\pm 59,9$ vT.

Für Gleichung 8 läßt sich ein mittlerer Fehler nicht angeben, da schon für Lotrechte III und V ein solcher nicht berechnet werden kann.

Da die Parabel bei allen drei Lotrechten über der Sohle schwebt, so soll, wie oben bei Gleichung 1 und 4 geschehen die Bedingung hinzugefügt werden, daß die Parabel die Sohle berührt.

Die Gleichung der Parabel lautet dann:

Gleichung 9.

$$y^2 + dx + ey + \frac{e^2}{4} = 0.$$

Es sind zwei Unveränderliche vorhanden, zu deren Bestimmung zwei Gleichungen erforderlich sind.

Lotrechte I.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	0,85	0,650	0,655	5		25	+ 7,7	59,29
2	0,60	0,620	0,615		5	25	− 8,1	65,61
3	0,30	0,560	0,553		7	49	− 12,6	158,76
4	0,15	0,500	0,510	10		100	+ 20,0	400,00

$\varepsilon = \pm 10{,}0$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 18{,}5$ vT.

Die zwei Bestimmungsgleichungen lauten:

$$1)\ 0{,}8069 + d \cdot 1{,}45 + e \cdot 1{,}27 + \frac{e^2}{2} = 0$$

$$2)\ 0{,}5636 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}06 + \frac{e^2}{2} = 0.$$

Daraus: $d = -0{,}073051$

$e = -0{,}810709.$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$y^2 - 0{,}073051\,x - 0{,}810709\,y + 0{,}164312 = 0.$$

$$p = -\frac{d}{2} = +0{,}037$$

$$a = -\frac{e}{2} = +0{,}405.$$

Es zeigen sich Einzelfehler bis 20 vT.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 10{,}0$ mm oder $\pm 18{,}5$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}405$ m.

Lotrechte III (Abb. 12 Bl. 44).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	2,50	1,030	1,061	31		961	+ 30,0	900,00
2	2,00	1,005	1,001		4	16	− 4,0	16,00
3	1,50	0,950	0,934		16	256	− 16,9	285,61
4	1,00	0,875	0,854		21	441	− 24,2	585,64
5	0,60	0,790	0,773		17	289	− 21,6	466,56
6	0,30	0,690	0,692	2		4	+ 2,9	8,41
7	0,15	0,600	0,635	35		1225	+ 58,2	3387,24

$\varepsilon = \pm 25{,}3$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 33{,}6$ vT.

Die zwei Bestimmungsgleichungen lauten:

$$1)\ 3{,}7390 + d \cdot 7{,}0 + e \cdot 3{,}86 + e^2 = 0$$

$$2)\ 1{,}4602 + d \cdot 1{,}05 + e \cdot 2{,}08 + 0{,}75\,e^2 = 0.$$

Daraus: $d = -0{,}127017$

$e = -0{,}994577.$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$y^2 - 0{,}127017\,x - 0{,}994577\,y + 0{,}247296 = 0.$$

$$p = -\frac{d}{2} = +0{,}064$$

$$a = -\frac{e}{2} = +0{,}497.$$

Es zeigen sich Einzelfehler bis 58 vT.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 25{,}3$ mm oder $\pm 33{,}6$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}497$ m.

Lotrechte V.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	4,85	1,180	1,218	38		1444	+ 32,3	1043,29
2	4,00	1,150	1,157	7		49	+ 6,1	37,21
3	3,00	1,100	1,077		23	529	− 21,0	441,00
4	2,00	1,020	0,983		37	1369	− 36,3	1317,69
5	1,00	0,890	0,860		30	900	− 33,8	1142,44
6	0,60	0,800	0,792		8	64	− 10,0	100,00
7	0,30	0,690	0,725	35		1225	+ 51,0	2601,00
8	0,15	0,590	0,677	87		7569	+ 148,0	21904,00

$\varepsilon = \pm 47$mm; $\varepsilon_1 = \pm 69{,}0$ vT.

Die zwei Bestimmungsgleichungen lauten:

$$1)\ 4{,}9653 + d \cdot 13{,}85 + e \cdot 4{,}45 + e^2 = 0$$

$$2)\ 2{,}2563 + d \cdot 2{,}05 + e \cdot 2{,}97 + e^2 = 0.$$

Daraus: $d = -0{,}088662$

$e = -1{,}123499.$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$y^2 - 0{,}088662x - 1{,}123499\,y + 0{,}315563 = 0.$$

$$p = -\frac{d}{2} = +0{,}044$$

$$a = -\frac{e}{2} = +0{,}562.$$

Es zeigen sich Einzelfehler bis 148 vT. Der mittlere Fehler beträgt absolut ± 47 mm oder ± 69 vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}562$ m.

Der mittlere Fehler für Gleichung 9 beträgt $\pm 45{,}6$ vT., ist demnach sehr bedeutend.

Bei allen drei Lotrechten findet dieselbe Art der Abweichung der Parabel von den Beobachtungen statt, indem die Parabel im oberen und besonders im unteren Teil zu große, dagegen im mittleren Teil zu kleine Geschwindigkeiten liefert, umgekehrt wie bei den für Gleichung 7 gefundenen Ellipsen.

Es soll ferner noch der Fall untersucht werden, daß die Parabelachse mit der Lotrechten zusammenfällt, und der Scheitel der Parabel den Abstand c von der Sohle hat.

Die Gleichung der Parabel lautet dann:

Gleichung 10.

$$y^2 + dx + f = 0.$$

Es sind zwei Unveränderliche vorhanden, zu deren Bestimmung zwei Gleichungen erforderlich sind.

Lotrechte I.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	0,85	0,650	0,659	9		81	+ 13,8	190,44
2	0,60	0,620	0,611		9	81	− 14,6	213,16
3	0,30	0,560	0,548		12	144	− 21,5	462,25
4	0,15	0,500	0.513	13		169	+ 26,0	676,00

$\varepsilon = \pm 15{,}4$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 27{,}7$ vT.

Die zwei Bestimmungsgleichungen lauten:

$$1)\ 0{,}8069 + d \cdot 1{,}45 + 2f = 0$$

$$2)\ 0{,}5636 + d \cdot 0{,}45 + 2f = 0.$$

Daraus: $d = -0{,}2433$

$f = -0{,}227058.$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$y^2 - 0{,}2433\,x - 0{,}227\,058 = 0.$$

$$p = -\frac{d}{2} = +\,0{,}122$$

$$c = \frac{f}{d} = +\,0{,}933.$$

Es zeigen sich Einzelfehler bis 26 vT.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 15{,}4$ mm oder $\pm 27{,}7$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}477$ m.

Lotrechte III (Abb. 13 Bl. 44).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	2,50	1,030	1,084	54		2916	+ 52,5	2756,25
2	2,00	1,005	1,007	2		4	+ 2,0	4,00
3	1,50	0,950	0,925		25	625	− 26,3	691,69
4	1,00	0,875	0,834		41	1681	− 47,0	2209,00
5	0,60	0,790	0,753		37	1369	− 47,0	2209,00
6	0,30	0,690	0,686		4	16	− 5,8	33,64
7	0,15	0,600	0,650	50		2500	+ 83,5	6972,25

$\varepsilon = \pm 43$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 54{,}5$ vT.

Die zwei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $3{,}7390 + d \cdot 7{,}0 + 4f = 0$

2) $1{,}4602 + d \cdot 1{,}05 + 3f = 0.$

Daraus: $d = -\,0{,}320\,012$

$f = -\,0{,}374\,729.$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$y^2 - 0{,}320\,012\,x - 0{,}374\,729 = 0.$$

$$p = -\frac{d}{2} = +\,0{,}160$$

$$c = \frac{f}{d} = +\,1{,}171.$$

Es zeigen sich Einzelfehler bis 83,5 vT.

Der mittlere Fehler beträgt absolut ± 43 mm oder $\pm 54{,}5$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}612$ m.

Lotrechte V.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	4,85	1,180	1,249	69		4761	+ 58,5	3422,25
2	4,00	1,150	1,168	18		324	+ 15,7	246,49
3	3,00	1,100	1,065		35	1225	− 31,8	1011,24
4	2,00	1,020	0,952		68	4624	− 66,6	4435,56
5	1,00	0,890	0,822		68	4624	− 76,7	5882,89
6	0,60	0,800	0,764		36	1296	− 45,2	2043,04
7	0,30	0,690	0,718	28		784	+ 40,6	1648,36
8	0,15	0,590	0,693	103		10609	+ 174,0	30276,00

$\varepsilon = \pm 69$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 90{,}3$ vT.

Die zwei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $4{,}9653 + d \cdot 13{,}85 + 4f = 0$

2) $2{,}2563 + d \cdot 2{,}05 + 4f = 0.$

Daraus: $d = -\,0{,}229\,576$

$f = -\,0{,}446\,417.$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$y^2 - 0{,}229\,376\,x - 0{,}446\,417 = 0.$$

$$p = -\frac{d}{2} = +\,0{,}114\,788$$

$$c = \frac{f}{d} = +\,1{,}944\,53.$$

Es zeigen sich Einzelfehler bis 174 vT.

Der mittlere Fehler beträgt absolut ± 69 mm oder $\pm 90{,}3$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}668$ m.

Der mittlere Fehler für Gleichung 10 beträgt $\pm 63{,}0$ vT., ist also noch erheblich größer als der für Gleichung 9.

Die Abweichungen der Parabel von den Beobachtungen sind von derselben Art wie bei Gleichung 9.

Die Parabel mit wagerechter Achse kann, wie schon die äußere Form zeigt, zum Vergleich überhaupt nicht herangezogen werden, da die Lotrechtenkurven in der Nähe der Sohle eine ziemlich starke Umbiegung aufweisen, während die Parabel an dieser Stelle bereits in sehr sanfter Krümmung verläuft. Einer zahlenmäßigen Feststellung der Fehler bedarf es daher nicht.

4. Verbesserung der Parabelgleichung 9 mit Hilfe der Ausgleichungsrechnung.

Da die Parabel mit senkrechter Achse bisher vielfach als zutreffender Ausdruck für die Veränderung der Geschwindigkeit in der Lotrechten angesehen worden ist, so soll noch untersucht werden, ob die gefundenen Parabelgleichungen, deren Zahlenwerte nur durch ein Näherungsverfahren ermittelt sind, durch Ausgleichung der Beobachtungsergebnisse nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate eine wesentliche Verbesserung erfahren können. Für eine solche Untersuchung sind die zuerst gefundenen Näherungsgleichungen von der Form $y^2 + dx + ey + f = 0$ nicht geeignet, da sich hier imaginäre Werte in der Nähe der Sohle ergeben haben, und es soll daher die Parabel in der Form von Gleichung 9:

$$y^2 + dx + ey + \frac{e^2}{4} = 0$$

hierzu benutzt werden. Es wird genügen, die Untersuchung auf die Lotrechte V, welche mit dem größten Fehler behaftet ist, zu beschränken.

Die Gleichung $y^2 + dx + ey + \frac{e^2}{4} = 0$ läßt sich auf die Form bringen:

$$y - a = \sqrt{2px} \quad \text{oder} \quad y = a + \sqrt{2px}.$$

Bei Ausgleichung nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate ergeben sich die Bestimmungsgleichungen für die beiden Unbekannten a und $\sqrt{2p}$ zu

1) $[y] = n \cdot a + \sqrt{2p}\,[\sqrt{x}]$

2) $[y \cdot \sqrt{x}] = a \cdot [\sqrt{x}] + \sqrt{2p}\,[(\sqrt{x})^2].$

Lotrechte V.

	x	y	$\sqrt{x}$	$y \cdot \sqrt{x}$	y^1	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	4,85	1,180	2,20227	2,598 6786	1,228	48		2304	+ 40,6	1648,36
2	4,00	1,150	2,00	2,300	1,163	13		169	+ 11,3	127,69
3	3,00	1,100	1,73205	1,905 2550	1,078		22	484	− 20,0	400,00
4	2,00	1,020	1,41421	1,442 4942	0,977		43	1849	− 42,1	1772,41
5	1,00	0,890	1,00	0,890	0,846		44	1936	− 49,5	2450,25
6	0,60	0,800	0,77460	0,619 6800	0,774		26	676	− 32,5	1056,25
7	0,30	0,690	0,54772	0,377 9268	0,702	12		144	+ 17,4	302,76
8	0,15	0,590	0,38730	0,228 5070	0,651	61		3721	+ 104,0	10816,00
Σ	15,90	7,420	10,05815	10,362 5416	$\varepsilon = \pm 43$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 55{,}6$ vT.					

Die Normalgleichungen lauten hiernach:

1) $7{,}420 = 8 \cdot a + \sqrt{2p} \cdot 10{,}05\,815$

2) $10{,}3625416 = 10{,}05815\,a + \sqrt{2p} \cdot 15{,}9.$

Daraus: $a = + 0{,}5282$

$$\sqrt{2p} = + 0{,}3176.$$

Verbesserte Parabelgleichung für Lotrechte V:

$$y = 0{,}5282 + 0{,}3176\sqrt{x}.$$

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}528$ m.

Der mittlere Fehler beträgt jetzt absolut ± 43 mm oder $\pm 55{,}6$ vT., während er bei der Näherungsgleichung ± 47 mm oder $\pm 69{,}0$ vT. betrug. Die durch die strenge Ausgleichung erzielte Gewichtserhöhung beträgt demnach $\frac{69^2}{55{,}6^2} = 1{,}54$.

Der Anschluß der Gleichung 9 an die Beobachtungen wird durch die strenge Ausgleichung also nicht wesentlich verbessert, so daß die quadratische Parabel jedenfalls ausscheidet.

5. Anpassung der Parabel höherer Ordnung an die Lotrechten I, III und V.

Es wäre jedoch möglich, daß, wie von einigen Forschern behauptet worden ist, eine Parabel höherer Ordnung bessere Ergebnisse liefert. Die Untersuchung soll daher noch auf eine Parabel n^{ter} Ordnung erstreckt werden, deren Scheitel in der Sohle liegt, und deren Achse mit der Lotrechten zusammenfällt.

Die Gleichung einer solchen Parabel lautet:

Gleichung 11.

$$y^n = p \cdot x.$$

Die Ausgleichungsrechnung nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate läßt sich auf diese Gleichung unmittelbar nicht anwenden. Geht man jedoch zu Logarithmen über, so folgt

$$n \cdot \log y = \log p + \log x.$$

Die Gleichung nimmt dann die Form an:

$$n \cdot \eta = a + \xi.$$

Sind k-Beobachtungspaare vorhanden, so lauten die Bestimmungsgleichungen:

$$n = \frac{k[\xi \cdot \eta] - [\xi] \cdot [\eta]}{k[\eta^2] - [\eta]^2}$$

$$\text{und } a = \log p = \frac{n[\eta] - [\xi]}{k}.$$

Lotrechte I.

	x	y	$\xi = \log . x$	$\eta = \log \cdot y$	$\xi \cdot \eta = \log x \cdot \log y$	$\eta^2 = \log^2 y$	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1{}^2$
1	0,85	0,650	0,929 4189 − 1	0,812 9134 − 1	0,013 204 778	0,035 001 396	0,652	2		4	+ 3,1	9,61
2	0,60	0,620	0,778 1513 − 1	0,792 3917 − 1	0,046 057 631	0,043 101 206	0,619		1	1	− 1,6	2,56
3	0,30	0,560	0,477 1213 − 1	0,748 1880 − 1	0,131 667 131	0,063 409 283	0,557		3	9	− 5,4	29,16
4	0,15	0,500	0,176 0913 − 1	0,698 9700 − 1	0,248 021 236	0,090 619 061	0,502	2		4	+ 4,0	16,0
		Σ	0,360 7828 − 2	0,052 4631 − 1	0,438 950 776	0,232 130 946	$\varepsilon = \pm 3{,}0$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 5{,}4$ vT.					

Demnach wird

$$n = \frac{4 \cdot 0{,}438950776 - (0{,}3607828 - 2)\ (0{,}0524631 - 1)}{4 \cdot 0{,}232130946 - (0{,}0524631 - 1)^2}$$

$$= 6{,}59935$$

$$a = \log p = \frac{6{,}59935 \cdot - 0{,}9475369 + 1{,}6392172}{4}$$

$$= 0{,}8465224 - 2$$

$$p = 0{,}07023.$$

Die Gleichung der Parabel höherer Ordnung für Lotrechte I lautet also:

$$y^{6{,}59935} = 0{,}07023\, x.$$

Der mittlere Anschlußfehler der Parabel beträgt absolut $\pm 3{,}0$ mm oder $\pm 5{,}4$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0$.

Lotrechte III (Abb. 14 Bl. 44).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1{}^2$
1	2,50	1,030	1,044	14		196	+ 13,6	184,96
2	2,00	1,005	0,999		6	36	− 6,0	36,00
3	1,50	0,950	0,944		6	36	− 6,3	39,69
4	1,00	0,875	0,872		3	9	− 3,4	11,56
5	0,60	0,790	0,789		1	1	− 1,3	1,69
6	0,30	0,690	0,689		1	1	− 1,5	2,25
7	0,15	0,600	0.602	2		4	+ 3,3	10,89

$\varepsilon = \pm 7{,}5$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 7{,}6$ vT.

Demnach wird

$$n = \frac{7 \cdot 0{,}2915946 - (-0{,}6935748)\ (-0{,}5506375)}{7 \cdot 0{,}0896955 - 0{,}5506375^2}$$

$$= 5{,}110634$$

$$a = \log p = \frac{5{,}110634 \cdot - 0{,}5506375 + 0{,}6935748}{7}$$

$$= - 0{,}3029333$$

$$p = 0{,}4978136.$$

Die Gleichung der Parabel höherer Ordnung für Lotrechte III lautet also

$$y^{5{,}110634} = 0{,}4978136\, x.$$

Von den nach der Ausgleichung übrig bleibenden Fehlern $\triangle$ sind nur die für den tiefsten und den höchsten Punkt der Lotrechten sich ergebenden positiv, die für die aufeinanderfolgenden übrigen fünf Punkte negativ. Die Fehlerverteilung ist also höchst ungünstig und entspricht nicht entfernt dem Gaußschen Fehlergesetz. Besonders auffallend ist der schlechte Anschluß der Parabel an die beobachtete Geschwindigkeit im obersten Punkte der Lotrechten, für den der Fehler ± 14 mm, also $\pm 13{,}6$ vT. erreicht. — Der mittlere Anschlußfehler der Parabel beträgt absolut $\pm 7{,}5$ mm oder $\pm 7{,}6$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0$.

Lotrechte V.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1{}^2$
1	4,85	1,180	1,204	24		576	+ 20,3	412,09
2	4,00	1,150	1,159	9		81	+ 7,8	60,84
3	3,00	1,100	1,094		6	36	− 5,5	30,25
4	2,00	1,020	1,008		12	144	− 11,8	139,24
5	1,00	0,890	0,877		13	169	− 14,6	213,16
6	0,60	0,800	0,792		8	64	− 10,0	100,00
7	0,30	0,690	0,689		1	1	− 1,5	2,25
8	0,15	0,590	0,599	9		81	+ 15,0	225,00

$\varepsilon = \pm 13{,}9$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 14{,}0$ vT.

Demnach wird

$$n = \frac{8 \cdot 0{,}4027332 - 0{,}4973169 \cdot -0{,}3552462}{8 \cdot 0{,}1010699 - 0{,}3552462^2} = 4{,}9805668$$

$$a = \log p = \frac{4{,}9805668 \cdot -0{,}3552462 - 0{,}4973169}{8}$$

$$= -0{,}2833305$$

$$p = 0{,}5207982.$$

Die Gleichung der Parabel höherer Ordnung für Lotrechte V lautet also:

$$y^{4{,}980\,5668} = 0{,}5207982\,x.$$

Wie sich schon bei Lotrechte III ergeben hat, ist auch hier die Fehlerverteilung ungünstig. Die $\triangle$ haben für die beiden obersten und den tiefsten Punkt der Lotrechten wieder positives, für die aufeinanderfolgenden fünf dazwischen liegenden Punkte durchweg negatives Vorzeichen. Die Fehler des Anschlusses der Parabel an die Beobachtungen zeigen also ganz das gleiche Verhalten wie bei Lotrechte III. Der größte Anschlußfehler ($\pm 20{,}3$ vT.) tritt auch hier wieder für den obersten Punkt der Lotrechten auf.

Der mittlere Anschlußfehler der Parabel beträgt absolut $\pm 13{,}9$ mm oder $\pm 14{,}0$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0$.

Der mittlere Fehler für Gleichung 11 beträgt $\pm 9{,}7$ vT.

Gegenüber der quadratischen Parabel ist zwar eine bedeutende Verbesserung erzielt. Die Art der Abweichung von der beobachteten Kurve ist jedoch dieselbe geblieben wie bei der quadratischen Parabel, indem auch hier die berechneten Werte im oberen und unteren Teil größer, im mittleren Teil der Kurve durchweg kleiner sind als die beobachteten. Auch sind einzelne Fehler immer noch zu groß.

6. Anpassung der Hyperbel mit einer senkrechten Asymptote an die Lotrechten I, III und V.

Bei der Untersuchung der Kegelschnitte hat sich in einigen Fällen die Hyperbel als passende Kurve herausgestellt, und zwar z. T. in einer solchen Lage, daß eine Asymptote fast senkrecht zur Sohle steht. Der Winkel δ, den die eine Asymptote mit der Sohle bildet, war nämlich gefunden:

bei Gleichung 1 Lotr. V $\delta = 88^0\ 56'\ 22''$
" " 2 " I $\delta = 89^0\ 18'\ 41''$
" " 2 " III $\delta = 89^0\ 46'\ 22''$
" " 2 " V $\delta = 89^0\ 55'\ 25''$
" " 3 " I $\delta = 88^0\ 54'\ 23''$
" " 3 " V $\delta = 89^0\ 35'\ 51''$.

Es ist daher noch klarzustellen, ob den Asymptoten vielleicht eine Bedeutung für die Anpassung der Hyperbel an die Lotrechtenkurven zukommt.

Zunächst werde die ungleichseitige Hyperbel betrachtet, deren eine Achse senkrecht zur Sohle steht. Ihre Gleichung lautet:

Gleichung 12.

$$y^2 + bxy + dx + ey + f = 0.$$

Es sind, wie bei Gleichung 2, 3 und 4, vier Unveränderliche vorhanden.

Lotrechte I.

Da nur vier Beobachtungspaare vorhanden sind, so werden, wie bei Gleichung 2, 3 und 4, noch die beiden Punkte $x = 0{,}72$ $y = 0{,}635$ und $x = 0{,}47$ $y = 0{,}600$ aus der aufgetragenen Kurve hinzugefügt.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ +	$\triangle_1$ −	$\triangle_1^2$
{1	0,85	0,650	0,649		1	1		1,5	2,25
{2	0,72	0,635	0,636	1		1	1,6		2,56
{3	0,60	0,620	0,620	0	0	0	0	0	0
{4	0,47	0,600	0,599		1	1		1,7	2,89
5	0,30	0,560	0,560	0	0	0	0	0	0
6	0,15	0,500	0,500	0	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 1{,}2$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 2{,}0$ vT.

Die sechs Bestimmungsgleichungen lauten:

$$1)\ 0{,}4225 + b \cdot 0{,}5525 + d \cdot 0{,}85 + e \cdot 0{,}650 + f = 0$$
$$2)\ 0{,}4032 + b \cdot 0{,}4572 + d \cdot 0{,}72 + e \cdot 0{,}635 + f = 0$$
$$1+2)\ 0{,}8257 + b \cdot 0{,}0097 + d \cdot 1{,}57 + e \cdot 1{,}285 + 2f = 0$$
$$3)\ 0{,}3844 + b \cdot 0{,}3720 + d \cdot 0{,}60 + e \cdot 0{,}620 + f = 0$$
$$4)\ 0{,}3600 + b \cdot 0{,}2820 + d \cdot 0{,}47 + e \cdot 0{,}600 + f = 0$$
$$3+4)\ 0{,}7444 + b \cdot 0{,}6540 + d \cdot 1{,}07 + e \cdot 1{,}220 + 2f = 0$$
$$5)\ 0{,}3136 + b \cdot 0{,}1680 + d \cdot 0{,}30 + e \cdot 0{,}560 + f = 0$$
$$6)\ 0{,}2500 + b \cdot 0{,}0750 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}500 + f = 0$$

Daraus: $b = +0{,}977\,241$
$d = -0{,}774\,956$
$e = -0{,}637\,334$
$f = +0{,}111\,617.$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$y^2 + 0{,}977241\,xy - 0{,}774956\,x - 0{,}637334\,y + 0{,}111617 = 0.$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$0{,}977\,241\,y^0 - 0{,}774\,956 = 0.$$
$$2y_0 + 0{,}977\,241\,x - 0{,}637\,334 = 0$$

$$y_0 = +0{,}793;\quad x_0 = -0{,}971$$
$$\operatorname{tg} 2\varphi = -0{,}977241$$
$$\varphi = -22^0\ 10'\ 13''$$
$$\delta = 90^0.$$

Die X-Achse ist wie bei allen folgenden Fällen, in denen Hyperbeln in Frage kommen, die Hauptachse.

Die berechneten Werte stimmen bis auf ganz geringfügige Fehler mit den beobachteten überein. Der mittlere Fehler beträgt nur absolut $\pm 1{,}2$ mm oder $\pm 2{,}0$ vT. Indessen für $x = 0$ wird y imaginär. Der tiefste Punkt der Hyperbel liegt bei $x = 0{,}021$.

Lotrechte III (Abb. 2 Bl. 45).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
{1	2,50	1,030	1,036	6		36	+5,9	34,81
{2	2,00	1,005	0,998		7	49	−7,0	49,00
{3	1,50	0,950	0,948		2	4	−2,1	4,41
{4	1,00	0,875	0,878	3		9	+3,4	11,56
{5	0,60	0,790	0,792	2		4	+2,5	6,25
{6	0,30	0,690	0,688		2	4	−2,9	8,41
7	0,15	0,600	0,600	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 5{,}9$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 6{,}2$ vT.

Die vier Bestimmungsgleichungen lauten:

$$1)\ 2{,}0709 + b \cdot 4{,}585 + d \cdot 4{,}50 + e \cdot 2{,}035 + 2f = 0$$
$$2)\ 1{,}6681 + b \cdot 2{,}30 + d \cdot 2{,}50 + e \cdot 1{,}825 + 2f = 0$$
$$3)\ 1{,}1002 + b \cdot 0{,}681 + d \cdot 0{,}90 + e \cdot 1{,}48 + 2f = 0$$
$$4)\ 0{,}3600 + b \cdot 0{,}09 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}60 + f = 0$$

Daraus: $b = +0{,}571065$
$d = -0{,}779063$
$e = -0{,}713599$
$f = +0{,}133623.$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$y^2 + 0{,}571065xy - 0{,}779063x - 0{,}713599y + 0{,}133623 = 0$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$0{,}571065y_0 - 0{,}779063 = 0$$
$$2y_0 + 0{,}571065x - 0{,}713599 = 0.$$

$$y_0 = 1{,}364; \quad x_0 = -3{,}528$$
$$\operatorname{tg} 2\varphi = -0{,}571065$$
$$\varphi = -14^0\ 51'\ 52{,}5''$$
$$\delta = 90^0.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 5{,}9$ mm oder $\pm 6{,}2$ vT.

Für $x = 0$ wird indessen y, wie vorhin, imaginär. Der tiefste Punkt der Hyperbel liegt bei $x = 0{,}013$.

Lotrechte V.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	4,85	1,180	1,181	1		1	+0,9	0,81
2	4,00	1,150	1,149		1	1	−0,9	0,71
3	3,00	1,100	1,098		2	4	−1,8	3,24
4	2,00	1,020	1,023	3		9	+2,9	8,41
5	1,00	0,890	0,891	1		1	+1,1	1,21
6	0,60	0,800	0,799		1	1	−1,3	1,69
7	0,30	0,690	0,687		3	9	−4,3	18,49
8	0,15	0,590	0,594	4		16	+6,8	46,24

$\varepsilon = \pm 3{,}2$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 4{,}5$ vT.

Die vier Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $2{,}7149 + b \cdot 10{,}3230 + d \cdot 8{,}85 + e \cdot 2{,}33 + 2f = 0$
2) $2{,}2504 + b \cdot 5{,}3400 + d \cdot 5{,}00 + e \cdot 2{,}12 + 2f = 0$
3) $1{,}4321 + b \cdot 1{,}3700 + d \cdot 1{,}60 + e \cdot 1{,}69 + 2f = 0$
4) $0{,}8242 + b \cdot 0{,}2955 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}28 + 2f = 0.$

Daraus: $b = +0{,}558783$
$d = -0{,}806515$
$e = -0{,}684928$
$f = +0{,}125160.$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$y^2 + 0{,}558783xy - 0{,}806515x - 0{,}684928y + 0{,}12516 = 0$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$0{,}558783y_0 - 0{,}806515 = 0$$
$$2y_0 + 0{,}558783x_0 - 0{,}684928 = 0.$$

$$y_0 = 1{,}443; \quad x_0 = -3{,}940$$
$$\operatorname{tg} 2\varphi = -0{,}558783$$
$$\varphi = -14^0\ 35'\ 52{,}3''$$
$$\delta = 90^0.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 3{,}2$ mm oder $\pm 4{,}5$ vT. Aber auch hier wird für $x = 0$ y imaginär. Der tiefste Punkt der Hyperbel liegt bei $x = 0{,}013$.

Der mittlere Fehler der Gleichung 12 beträgt $\pm 4{,}6$ vT., ist demnach sehr gering.

Alle drei Hyperbeln schweben also über der Sohle, ohne sie zu berühren, wie bei Gleichung 1 die Lotrechten III und V und bei Gleichung 4 und 8 alle drei Lotrechten. Wie oben soll daher zunächst die Bedingung hinzugefügt werden, daß die Sohle berührt wird. Dann lautet die Gleichung der Hyperbel:

Gleichung 13.

$$y^2 + bxy + dx + ey + \frac{e^2}{4} = 0.$$

Es sind nur noch drei Unveränderliche vorhanden, zu deren Bestimmung drei Gleichungen erforderlich sind.

Lotrechte I.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	0,85	0,650	0,649		1	1	−1,5	2,25
2	0,60	0,620	0,621	1		1	+1,6	2,56
3	0,30	0,560	0,560	0	0	0	0	0
4	0,15	0,500	0,500	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 1{,}4$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 2{,}2$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $0{,}8069 + b \cdot 0{,}9245 + d \cdot 1{,}45 + e \cdot 1{,}27 + \frac{e^2}{2} = 0$

2) $0{,}3136 + b \cdot 0{,}1680 + d \cdot 0{,}30 + e \cdot 0{,}56 + \frac{e^2}{4} = 0$

3) $0{,}2500 + b \cdot 0{,}0750 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}50 + \frac{e^2}{4} = 0.$

Daraus: $b = +1{,}300539$
$d = -1{,}018294$
$e = -0{,}530087$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$y^2 + 1{,}300539xy - 1{,}018294x - 0{,}530087y + 0{,}070248 = 0$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$1{,}300539y_0 - 1{,}018294 = 0$$
$$2y_0 + 1{,}300539x_0 - 0{,}530087 = 0.$$

$$y_0 = 0{,}783; \quad x_0 = -0{,}796.$$
$$\operatorname{tg} 2\varphi = -1{,}300539$$
$$\varphi = -26^0\ 13'\ 17''$$
$$\delta = 90^0.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 1{,}4$ mm oder $\pm 2{,}2$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}265$ m.

Lotrechte III (Abb. 3 Bl. 45).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	2,50	1,030	1,038	8		64	+7,8	60,84
2	2,00	1,005	0,998		7	49	−7,0	49,00
3	1,50	0,950	0,947		3	9	−3,2	10,24
4	1,00	0,875	0,875	0	0	0	0	0
5	0,60	0,790	0,790	0	0	0	0	0
6	0,30	0,690	0,687		3	9	−4,4	19,36
7	0,15	0,600	0,604	4		16	+6,7	44,89

$\varepsilon = \pm 6{,}1$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 6{,}8$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $2{,}9734 + b \cdot 6{,}01 + d \cdot 6{,}0 + e \cdot 2{,}985 + \frac{3e^2}{4} = 0$

2) $1{,}3897 + b \cdot 1{,}349 + d \cdot 1{,}6 + e \cdot 1{,}665 + \frac{2e^2}{4} = 0$

3) $0{,}8361 + b \cdot 0{,}297 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}29 + \frac{2e^2}{4} = 0.$

Daraus: $b = +0{,}512173$
$d = -0{,}717578$
$e = -0{,}712515$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$y^2 + 0{,}512173xy - 0{,}717578x - 0{,}712515\,y + 0{,}12692 = 0.$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$0{,}512173\,y_o - 0{,}717578 = 0$$
$$2y_o + 0{,}512173\,x_o - 0{,}712515 - 0.$$

$$y_o = 1{,}401;\quad x_o = -4{,}080.$$
$$\mathrm{tg}\,2\varphi = -0{,}512173.$$
$$\varphi = -13^0\ 33'\ 36{,}5''$$
$$\delta = 90^0.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 6{,}1$ mm oder $\pm 6{,}8$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}356$ m.

Lotrechte V.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	4,85	1,180	1,182	2		4	+ 1,7	2,89
2	4,00	1,150	1,149		1	1	− 0,9	0,81
3	3,00	1,100	1,098		2	4	− 1,8	3,24
4	2,00	1,020	1,022	2		4	+ 2,0	4,00
5	1,00	0,890	0,889		1	1	− 1,1	1,21
6	0,60	0,800	0,797		3	9	− 3,8	14,44
7	0,30	0,690	0,686		4	16	− 5,8	33,64
8	0,15	0,590	0,595	5		25	+ 8,5	72,52

$\varepsilon = \pm 3{,}6$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 5{,}2$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $3{,}9249 + b \cdot 13{,}623 + d \cdot 11{,}85 + e \cdot 3{,}43 + 0{,}75\,e^2 = 0$

2) $2{,}4725 + b \cdot 3{,}41 + d \cdot 3{,}6 + e \cdot 2{,}71 + 0{,}75\,e^2 = 0$

3) $0{,}8242 + b \cdot 0{,}2955 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}28 + 0{,}5\,e^2 = 0.$

Daraus: $b = +0{,}570435$
$d = -0{,}825402$
$e = -0{,}650924.$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$y^2 + 0{,}570435xy - 0{,}825402x - 0{,}650924y + 0{,}105925 = 0.$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$0{,}570435\,y_o - 0{,}825402 = 0$$
$$2\,y_o + 0{,}570435\,x_o - 0{,}650924 = 0.$$

$$y_o = 1{,}447;\quad x_o = -3{,}932$$
$$\mathrm{tg}\,2\varphi = -0{,}570435$$
$$\varphi = -14^0\ 51'\ 3{,}4''$$
$$\delta = 90^0.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 3{,}6$ mm oder $\pm 5{,}2$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}325$ m.

Der mittlere Fehler für Gleichung 13 beträgt $\pm 5{,}1$ vT., ist demnach ebenfalls sehr gering.

Bei allen drei Lotrechten hat sich also ein sehr geringer Fehler ergeben.

Als andere Sohlenbedingung werde, wie bei Gleichung 3 und 6, verlangt, daß die Hyperbel durch den Fußpunkt der Lotrechten geht.

Die Hyperbelgleichung lautet dann:

Gleichung 14.

$$y^2 + \mathrm{b}xy + dx + ey = 0.$$

Es sind drei Unveränderliche vorhanden, zu deren Bestimmung drei Gleichungen erforderlich sind.

Lotrechte I.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	0,85	0,650	0,649		1	1	− 1,5	2,25
2	0,60	0,620	0,621	1		1	+ 1,6	2,56
3	0,30	0,560	0,560	0	0	0	0	0
4	0,15	0,500	0,500	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 1{,}4$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 2{,}2$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $0{,}8069 + b \cdot 0{,}9245 + d \cdot 1{,}45 + e \cdot 1{,}27 = 0$

2) $0{,}3136 + b \cdot 0{,}1680 + d \cdot 0{,}30 + e \cdot 0{,}56 = 0$

3) $0{,}2500 + b \cdot 0{,}0750 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}50 = 0.$

Daraus: $b = +1{,}865145$
$d = -1{,}441456$
$e = -0{,}347335.$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$y^2 + 1{,}865145\,xy - 1{,}441456\,x - 0{,}347335\,y = 0.$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$1{,}865145\,y_o - 1{,}441456 = 0$$
$$2\,y_o + 1{,}865145\,x_o - 0{,}347335 = 0.$$

$$y_o = 0{,}773;\quad x_o = -0{,}642$$
$$\mathrm{tg}\,2\varphi = -1{,}865145$$
$$\varphi = -30^0\ 54'\ 3{,}5''$$
$$\delta = 90^0.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 1{,}4$ mm oder 2,2 vT.

Für $x = 0$ wird $v_{s_1} = 0$ und $v_{s_2} = 0{,}347$ m.

Lotrechte III (Abb. 4 Bl. 45).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	2,50	1,030	1,037	7		49	+ 6,8	46,24
2.	2,00	1,005	0,999		6	36	− 6,0	36,00
3	1,50	0,950	0,948		2	4	− 2,1	4,41
4	1,00	0,875	0,876	1		1	+ 1,2	1,44
5	0,60	0,790	0,789		1	1	− 1,3	1,69
6	0,30	0,690	0,686		4	16	− 5,8	33,64
7	0,15	0,600	0,606	6		36	+ 10,0	100,00

$\varepsilon = \pm 6{,}0$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 7{,}5$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $2{,}9734 + b \cdot 6{,}01 + d \cdot 6{,}0 + e \cdot 2{,}985 = 0$

2) $1{,}3897 + b \cdot 1{,}349 + d \cdot 1{,}6 + e \cdot 1{,}665 = 0$

3) $0{,}8361 + b \cdot 0{,}297 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}29 = 0.$

Daraus: $b = +0{,}756234$
$d = -1{,}021222$
$e = -0{,}466009.$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$y^2 + 0{,}756234\,xy - 1{,}021222\,x - 0{,}466009\,y = 0.$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$0{,}756234\,y_o - 1{,}021022 = 0$$
$$2\,y_o + 0{,}756234\,x_o - 0{,}466009 = 0.$$

$$y_o = 1{,}350;\quad x_o = -2{,}955$$
$$\mathrm{tg}\,2\varphi = -0{,}756234$$
$$\varphi = -18^0\ 32'\ 56''$$
$$\delta = 90^0.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 6{,}0$ mm oder 7,5 vT.

Für $x = 0$ wird $v_{s_1} = 0$ und $v_{s_2} = 0{,}466$ m.

Lotrechte V.

	x	y	y'	△ +	△ −	△²	△₁ vT.	△₁²
1	4,85	1,180	1,181	1		1	+ 0,9	0,81
2	4,00	1,150	1,150	0	0	0	0	0
3	3,00	1,100	1,099		1	1	− 0,9	0,81
4	2,00	1,020	1,023	3		9	+ 2,9	8,41
5	1,00	0,890	0,889		1	1	− 1,1	1,21
6	0,60	0,800	0,795		5	25	− 6,2	38,44
7	0,30	0,690	0,684		6	36	− 8,7	75,69
8	0,15	0,590	0,598	8		64	+ 13,6	184,96

$\varepsilon = \pm 5{,}2$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 7{,}9$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $3{,}9249 + b \cdot 13{,}623 \quad + d \cdot 11{,}85 + e \cdot 3{,}43 = 0$

2) $2{,}4725 + b \cdot \ \ 3{,}41 \quad + d \cdot \ \ 3{,}6 \quad + e \cdot 2{,}71 = 0$

3) $0{,}8242 + b \cdot \ \ 0{,}2955 + d \cdot \ \ 0{,}45 + e \cdot 1{,}28 = 0.$

Daraus: $b = + 0{,}73905$

$d = - 1{,}052143$

$e = - 0{,}444629.$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$y^2 + 0{,}73905\, xy - 1{,}052143\, x - 0{,}444629\, y = 0.$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$0{,}73905\, y_0 - 1{,}052143 = 0$$

$$2\, y_0 + 0{,}73905\, x_0 - 0{,}444629 = 0.$$

$$y_0 = 1{,}424; \quad x_0 = - 3{,}251$$

$$\operatorname{tg} 2\varphi = - 0{,}73905$$

$$\varphi = - 18^0\ 13'\ 59''$$

$$\delta = 90^0.$$

Es zeigt sich ein Einzelfehler von 13,6 vT. Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 5{,}2$ mm oder $\pm 7{,}9$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_{s_1} = 0$ und $v_{s_2} = 0{,}445$ m.

Der mittlere Fehler für Gleichung 14 beträgt $\pm 6{,}4$ vT., ist also sehr gering, aber immerhin etwas größer als der für Gleichung 13.

Wie bei den Gleichungen 3 und 6 schneidet die Kurve zunächst die positive y-Achse und geht erst dann durch den Fußpunkt der Lotrechten.

Da gewichtige Bedenken gegen die schiefe Stellung der zweiten Asymptote bestehen, so soll ferner die gleichseitige Hyperbel untersucht werden, deren Asymptoten den Koordinatenachsen gleich laufen.

Die Gleichung der gleichseitigen Hyperbel lautet:

Gleichung 15.

$$xy + dx + ey + f = 0.$$

Es sind drei Unveränderliche vorhanden, zu deren Bestimmung drei Gleichungen erforderlich sind.

Lotrechte I.

	x	y	y'	△ +	△ −	△²	△₁ vT.	△₁²
1	0,85	0,650	0,649		1	1	− 1,5	2,35
2	0,60	0,620	0,622	2		4	+ 3,2	10,24
3	0,30	0,560	0,560	0	0	0	0	0
4	0,15	0,500	0,500	0	0	0	0	0

$\varepsilon = \pm 2{,}2$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 3{,}5$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $0{,}9245 + d \cdot 1{,}45 + e \cdot 1{,}27 + 2f = 0$

2) $0{,}1680 + d \cdot 0{,}30 + e \cdot 0{,}56 + \ \ f = 0$

3) $0{,}0750 + d \cdot 0{,}15 + e \cdot 0{,}50 + \ \ f = 0.$

Daraus: $d = - 0{,}749473$

$e = + 0{,}323684$

$f = - 0{,}124421.$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$xy - 0{,}749473\, x + 0{,}323684\, y - 0{,}124421 = 0.$$

$$y_0 = 0{,}749; \quad x_0 = - 0{,}324$$

$$\varphi = - 45^0; \quad \delta = 90^0.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 2{,}2$ mm oder $\pm 3{,}5$ vT., ist also nur gering.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}384$ m.

Lotrechte III (Abb. 5 Bl. 45).

	x	y	y'	△ +	△ −	△²	△₁ vT.	△₁²
1	2,50	1,030	1,034	4		16	+ 3,9	15,21
2	2,00	1,005	0,999		6	36	− 6,0	36,00
3	1,50	0,950	0,951	1		1	+ 1,1	1,21
4	1,00	0,875	0,878	3		9	+ 3,4	11,56
5	0,60	0,790	0,787		3	9	− 3,8	14,44
6	0,30	0,690	0,682		8	64	− 11,6	134,56
7	0,15	0,600	0,609	9		81	+ 15,0	225,00

$\varepsilon = \pm 7{,}4$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 10{,}5$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $6{,}0100 + d \cdot 6{,}0 \ \ + e \cdot 2{,}985 + 3f = 0$

2) $1{,}3490 + d \cdot 1{,}6 \ \ + e \cdot 1{,}665 + 2f = 0$

3) $0{,}2970 + d \cdot 0{,}45 + e \cdot 1{,}29 \ \ + 2f = 0.$

Daraus: $d = - 1{,}244133$

$e = + 1{,}010008$

$f = - 0{,}520025.$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$xy - 1{,}244133\, x + 1{,}010008\, y - 0{,}520025 = 0.$$

$$y_0 = 1{,}244; \quad x_0 = - 1{,}010$$

$$\varphi = - 45^0; \quad \delta = 90^0.$$

Es zeigt sich ein Einzelfehler von 15,0 vT. Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 7{,}4$ mm oder $\pm 10{,}5$ vT., ist also erheblich größer als bei Lotrechte I.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0{,}515$ m.

Lotrechte V.

Die Gleichung der gleichseitigen Hyperbel lautet unter Berücksichtigung der bei Lotrechte I und III gefundenen Vorzeichen

$$xy - dx + ey - f = 0.$$

Löst man diese für y auf, so folgt:

$$y\,(x + e) - dx - f = 0 \quad \text{oder}$$

$$y\,(x + e) - d\,(x + e) + de - f = 0$$

oder, wenn $de - f = g$ gesetzt wird:

$$(y - d)\,(x + e) = - g.$$

Die drei Unveränderlichen d, e, g können auch aus drei Gleichungen bestimmt werden, welche sich durch Auswahl und Einsetzung von drei Beobachtungspaaren in die Hyperbelgleichung ergeben. Als Beobachtungspaare sind zwei möglichst weit von einander entfernte und ein mittleres auszuwählen. Im vorliegenden Falle ist das oberste, das unterste und als mittleres das bei Untersuchung der logarithmischen Linie (siehe unter Gleichung 17 Lotrechte V) benutzte Beobachtungspaar gewählt.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	4,85	1,180	1,180	0	0	0	0	0
2	4,00	1,150	1,154	4		16	+ 3,5	12,25
3	3,00	1,100	1,110	10		100	+ 9,1	82,81
4	2,00	1,020	1,037	17		289	+ 16,6	275,56
5	1,00	0,890	0,894	4		16	+ 4,5	20,25
6	0,60	0,800	0,789		11	121	− 13,8	190,44
7	0,30	0,690	0,671		19	361	− 27,5	756,25
8	0,15	0,590	0,590	0	0	0	0	

$\varepsilon = \pm 13,4$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 16,3$ vT.

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $(1,180 - d)\,(4,85 + e) = -g$

2) $(0,885 - d)\,(0,96 + e) = -g$

3) $(0,590 - d)\,(0,15 + e) = -g.$

Daraus: $d = 1,335$

$e = 1,085$

$g = 0,920.$

Die Näherungsgleichung für Lotrechte V ist dann

$$(y - 1,335)\,(x + 1,085) = -0,920$$

oder in der Form wie bei Lotrechte I und III geschrieben

$$xy - 1,335\,x + 1,085\,y - 0,528 = 0$$

und es wird $y_0 = +1,335$, $x_0 = -1,085$.

$\varphi = -45^0$; $\delta = 90^0$.

Es zeigen sich Einzelfehler bis 27,5 vT.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 13,4$ mm oder $\pm 16,3$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0,515$ m.

Der mittlere Fehler für Gleichung 15 beträgt $\pm 11,4$ vT.; er ist also erheblich größer als der entsprechende Fehler der ungleichseitigen Hyperbel, der für Gleichung 12 nur $\pm 4,8$ vT. beträgt. Die Gleichung 15 hat aber den Vorzug vor Gleichung 12, daß sie reelle Sohlengeschwindigkeiten ergibt.

Fügt man der Gleichung der gleichseitigen Hyperbel, deren Achsen mit den Koordinatenachsen gleich laufen, die Bedingung hinzu, daß die Kurve durch den Anfangspunkt der Koordinaten gehen soll, so lautet die Gleichung dieser gleichseitigen Hyperbel:

Gleichung 16.

$$xy + dx + ey = 0.$$

Es sind nur noch zwei Unveränderliche vorhanden, zu deren Bestimmung zwei Gleichungen erforderlich sind.

Lotrechte I.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	0,85	0,650	0,645		5	25	− 7,7	59,29
2	0,60	0,620	0,626	6		36	+ 9,7	94,09
3	0,30	0,560	0,570	10		100	+ 17,9	320,41
4	0,15	0,500	0,483		17	289	− 34,0	1156,00

$\varepsilon = \pm 15,0$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 28,6$ vT.

Die zwei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $0,9245 + d \cdot 1,45 + e \cdot 1,27 = 0$

2) $0,2430 + d \cdot 0,45 + e \cdot 1,06 = 0.$

Daraus: $d = -0,69535$

$e = +0,06595.$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$xy - 0,69535\,x + 0,06595\,y = 0.$$

$y_0 = 0,695$; $x_0 = -0,066.$

$\varphi = -45^0$; $\delta = 90^0$.

Es zeigen sich Einzelfehler bis 34,0 vT.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 15,0$ mm oder $\pm 28,6$ vT., ist also sehr erheblich.

Für $x = 0$ wird $y = 0$.

Lotrechte III (Abb. 6 Bl. 45).

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	2,50	1,030	1,009		21	441	− 19,4	376,36
2	2,00	1,005	0,993		12	144	− 12,0	144,00
3	1,50	0,950	0,967	17		289	+ 17,9	320,41
4	1,00	0,875	0,919	44		1936	+ 50,5	2550,25
5	0,60	0,790	0,837	47		2209	+ 59,6	3552,16
6	0,30	0,690	0,683		7	49	− 10,2	104,04
7	0,15	0,600	0,499		101	10201	− 168,0	28224,00

$\varepsilon = \pm 55,0$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 84,0$ vT.

Die zwei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $6,885 + d \cdot 7,0 + e \cdot 3,86 = 0$

2) $0,771 + d \cdot 1,05 + e \cdot 2,08 = 0.$

Daraus: $d = -1,07973$

$e = +0,17438.$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$xy - 1,07973\,x + 0,17438\,y = 0.$$

$y_0 = 1,080$; $x_0 = -0,174.$

$\varphi = -45^0$; $\delta = 90^0$.

Es zeigen sich Einzelfehler bis 168 vT.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 55,0$ mm oder $\pm 84,0$ vT., ist also ebenfalls sehr groß.

Für $x = 0$ wird $y = 0$.

Lotrechte V.

	x	y	y'	$\triangle$ +	$\triangle$ −	$\triangle^2$	$\triangle_1$ vT.	$\triangle_1^2$
1	4,85	1,180	1,154		26	676	− 22,0	484,00
2	4,00	1,150	1,141		9	81	− 7,0	49,00
3	3,00	1,100	1,117	17		289	+ 15,4	237,16
4	2,00	1,020	1,070	50		2500	+ 49,0	2401,00
5	1,00	0,890	0,953	63		3969	+ 71,0	5041,00
6	0,60	0,800	0,831	31		961	+ 38,8	1505,44
7	0,30	0,690	0,629		61	3721	− 88,5	7832,25
8	0,15	0,590	0,424		166	27556	− 282,0	49524,00

$\varepsilon = \pm 81,0$ mm; $\varepsilon_1 = \pm 127$ vT.

Die zwei Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $15,663 + d \cdot 13,85 + e \cdot 4,45 = 0$

2) $1,6655 + d \cdot 2,05 + e \cdot 2,97 = 0.$

Daraus: $d = -1,22166$

$e = +0,282456.$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$xy - 1,22166\,x + 0,282456\,y = 0.$$

$y_0 = 1,222$; $x_0 = -0,282.$

$\varphi = -45^0$; $\delta = 90^0$.

Es zeigen sich Einzelfehler bis 282 vT.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 81,0$ mm oder $\pm 127,0$ vT., ist also ebenfalls sehr groß.

Für $x = 0$ wird $y = 0$.

Der mittlere Fehler für Gleichung 16 beträgt $\pm 89,4$ vT., ist also ganz erheblich größer als der entsprechende Fehler der ungleichseitigen Hyperbel, der für Gleichung 14 nur $\pm 6,4$ vT. beträgt.

Die durch den Anfangspunkt der Koordinaten gehende gleichseitige Hyperbel scheidet demnach jedenfalls ganz aus.

(Schluß folgt.)

I. Die tatsächlichen Gefahren des Unterdrucks.

Vom Königl. Baurat P. Ziegler in Klausthal.

Aus mehreren Gründen ist es wünschenswert, die aus der Berechnung und den Beobachtungen des Unterdrucks gezogenen Schlußfolgerungen auf das richtige Maß zurückzuführen. Zunächst könnten die Schlußfolgerungen den Anschein erwecken, als ob unsere älteren, ohne Berücksichtigung des Unterdrucks berechneten Sperrmauern „unter statisch ungünstigeren Verhältnissen ständen“ (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 28). Ferner schadet zwar eine mit Rücksicht auf den Unterdruck erfolgte Querschnittsverstärkung nichts. Sie ist aber ebenso unwirtschaftlich, als ob man zwei Träger legen wollte, wo einer genügt. Manche Sperrenanlage, die sich an der Grenze der Wirtschaftlichkeit bewegt, wird dadurch unmöglich. Endlich scheinen mir die eigentlichen Gefahren des Unterdrucks und der wagerechten Kräfte verkannt, und man würde ihnen nicht vorbeugen, wenn man sich, wo sie auftreten, mit der „Unterdrucksverstärkung“ allein begnügen würde. Daher erlaube ich mir von der Anregung der Zeitschrift für Bauwesen im Jahrgang 1913 S. 101 Fußnote Gebrauch zu machen und meine Ansicht zu der Sache zu äußern.

Neben der farblosen Übersetzung des französischen „souspression — Unterdruck“ möchte ich vorschlagen, auch die bedeutungsreichere Bezeichnung „Auftrieb“ beizubehalten, unter dem Vorbehalt, daß darunter nur die senkrecht aufwärts gerichteten Wasserdrücke verstanden werden.

1. Die Bedeutungslosigkeit des Auftriebs für den eigentlichen Mauerkörper.

Man hat von jeher das Gefühl gehabt, daß das Druckwasser bei der Zerstörung von Staumauern eine verhängnisvolle Rolle spielt. Durch die übliche Anlage von Entwässerungsrohren hinter der wasserseitigen Mauerfläche kann man es aber wohl als festgestellt betrachten, daß die in den eigentlichen Mauerkörper eindringenden Druckwassermengen selbst bei vorhandener Undichtigkeit der Mauer höchst unbedeutend sind[1]) und daß einer größeren Flächenausdehnung des Auftriebs durch diese Abwässerung mit Sicherheit vorgebeugt wird.

Zwei wichtige Umstände verhindern ferner in der eigentlichen Mauer den Eintritt oder das Fortschreiten einer Zerstörung: Durch vielfache Versuche ist festgestellt, daß der Reibungsbeiwert zwischen zwei ebenen Mauerflächen unabhängig von der Durchfeuchtung und der Mörtelmischung zwischen den Grenzen 0,6 bis 0,74 bleibt. (Vgl. Morin und Trautwine Engin. Rec. v. 28. Dezember 1912. S. 731 u. a.) Um wie viel größer muß der Widerstand in einer rauhen, mit Mörtel gefüllten Fuge sein. Weiterhin ist im Mauerkörper eine Zersetzung des Mörtels oder der Mauersteine in solchem Umfange, daß die Reibungs- und Scherwiderstände oder auch nur der Zusammenhang des Mauerwerks aufgehoben würde, wohl schwerlich zu befürchten.

1) In diesem Nachweis, der Beförderung des Abbindens und des Ausgleichs von Luft, Temperatur und Feuchtigkeit scheint mir der Hauptwert der Mauerentwässerung zu liegen. Nach Sympher (Zentralblatt der Bauverwaltung 1907, S. 167) ist bei Aufbrucharbeiten an rheinisch-westfälischen Talsperren nirgends Druckwasser gefunden.

Man kann einwenden, daß sich schräg von der Wasser- nach der Luftseite abwärts gerichtete Fugen (Abb. 1) denken lassen — sie sind die tatsächlich eingetretenen —, in welchen das Gewicht im Verein mit dem Wasserdruck das Abdrängen des oberhalb befindlichen Mauerteils bewirkt (Abb. 38 und 42 bis 44). Aber erstens wird eine solche Fuge den Mauerquerschnitt vermöge seiner luftseitigen Ausladung in einer um so größeren widerstehenden Fläche schneiden, je steiler sie geneigt ist. Zweitens hat die Erfahrung gelehrt, daß sich solche Fugen im unerschütterten[2]) Mauerkörper nicht bilden. Drittens werden diese Fugen mit Recht der Berechnung des Unterdrucks nicht zugrunde gelegt, da man nicht ins Uferlose Annahmen machen kann. Man hat versucht, bei der Bauausführung durch wiederkehrende luftseitig ansteigende, ebene oder gekrümmte Abgleichungen der Maueroberfläche einer solchen Rißbildung entgegenzuwirken und der schrägen Angriffskraft eine senkrecht dazu gerichtete Widerstandsfläche zu bieten. (Schräge Fugen, Talspb. S. 172 und 173). Ich halte von dieser Fugenanordnung nicht übermäßig viel, denn die Rißbildung kehrt sich wenig daran.

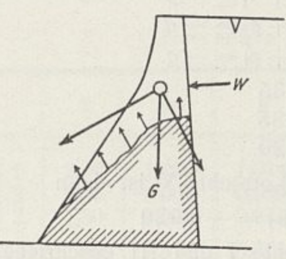


Abb. 1. Abheben des oberen Mauerteiles durch Wasserdruck, Auftrieb und Seitenkraft des Gewichts.

Mauern mit wagerechten Fugen oder im klumpenweisen Baufortschritt haben sich ebenso bewährt, und alle würden unter den später erwähnten Umständen ebensogut eingestürzt sein.

Was man einer gut ausgeführten Mauer zumuten kann, das beweisen die sogen. Notauslässe, welche die Mauer genau in der zu erwartenden Bruchfuge, „der Abflußkurve des Wassers und des flüssigen Mauerwerks“, ohne Schaden durchbrechen.

2. Der Ort und die Art der Gefährdung von Sperrmauern durch den Unterdruck.

Wenn man daher die durchaus zutreffende Voraussetzung macht, daß die Auftriebswirkung für die Bemessung des unerschütterten eigentlichen Mauerkörpers unmaßgeblich ist und jedenfalls durch die Berechnung der wagerechten Fuge nicht erfaßt wird, so bleibt folgerichtig nichts anderes übrig, als seine verderbliche Wirkung in oder unterhalb der Gründungsfuge zu suchen. Hier erreichen alle Einflüsse ihre größten Werte, und es können die Verhältnisse wesentlich ungünstiger liegen.

Schon über die Zusammensetzung und die Beschaffenheit des Untergrundes vor dem Bau kann man sich trotz der sorgfältigsten Untersuchungen nie die Sicherheit verschaffen wie bezüglich des Mauerwerks. Noch weniger läßt sich mit unbedingter Gewißheit voraussagen, wie er sich unter dem Einfluß der Lasten und vor allen Dingen des Druckwassers verhalten wird: Der Baugrund kann im Gegensatz zur

2) Unter „unerschüttert“ verstehe ich eine Mauer, die sich noch nicht auf der Gründungsfläche bewegt hat.

Mauer ein mit der Zeit veränderlicher Körper sein. Die Veränderungen können namentlich seine Fähigkeit zur Aufnahme der wagerechten Kräfte in, unterhalb und talabwärts der Gründungsfuge allmählich vermindern oder ganz aufheben. Diese Fähigkeit mag — anfangs in geringerem, im Augenblick der Zerstörung erheblich steigendem Maße — durch die Aufhebung eines Teils der senkrechten Kräfte P infolge des Unterdrucks A verringert werden. Den Haupteinfluß indessen hat im Gegensatz zur Mauerwerkfuge die Verminderung des anderen Faktors des Reibungswiderstandes $P \cdot f$, nämlich des Reibungsbeiwertes f und des Scherwiderstandes. Die Lockerung und die Aufhebung des Zusammenhangs unterhalb der Gründungsfuge vollzieht sich in verschiedener Weise.

einer angegriffenen Gründungsfläche nur verschwindend sind. Rißbildungen infolge derselben sowie die Erleichterung der Bildung von Temperaturrissen werden außerdem hauptsächlich bei leerem Becken eintreten.

Der Staudruck aber in der gewaltigen Größe, wie ihn die Abb. 2 und 3 zeigen, findet in dem gelösten und durch den Auftrieb erleichterten Mauerstück weder seitlich noch in der Grundfläche den genügenden Widerstand.

Gegen senkrechte Sackungsrisse und gegen eine Verschiebung bei talseitig divergierender Richtung der senkrechten Risse nutzt die Gewölbeform nichts.

Die Verschiebung erzeugt bei noch so geringer Geschwindigkeit eine immerhin bedeutende lebendige Kraft der

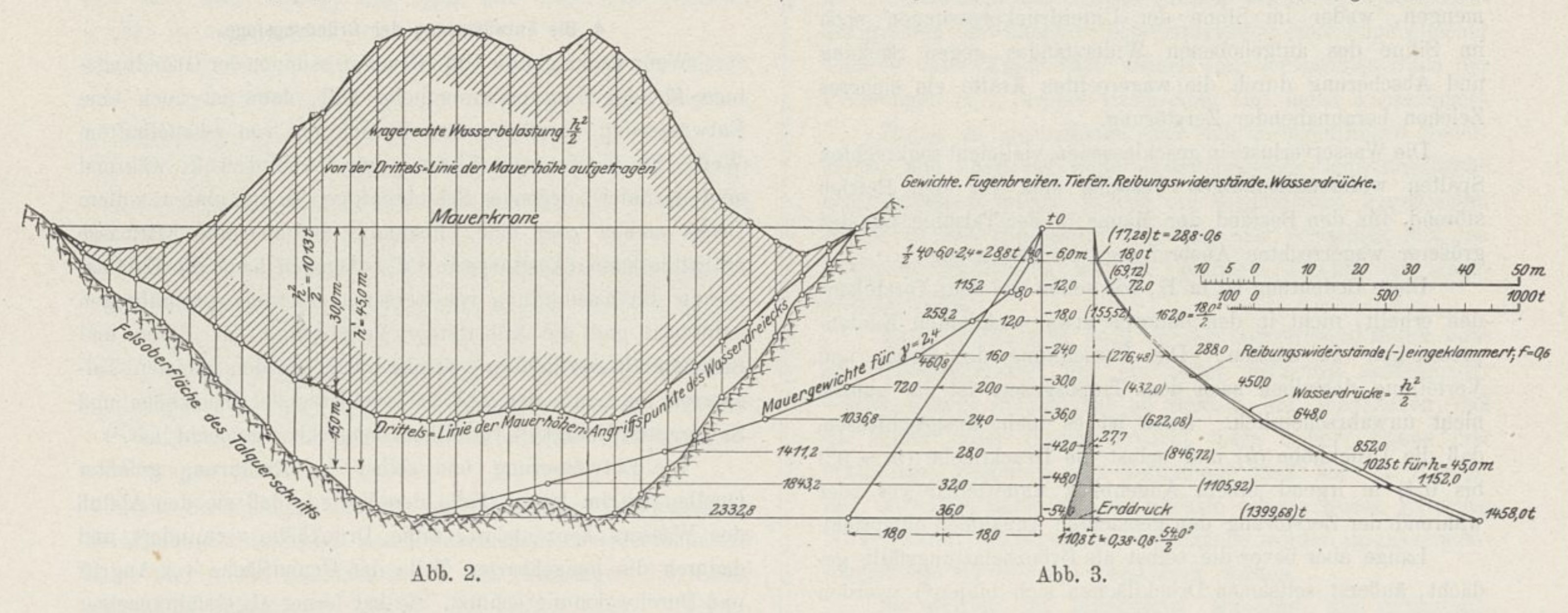


Abb. 2. Abb. 3.

Die Bildung von Zonen mehr oder weniger großer Mächtigkeit, Flächenausbreitung und Zusammenhangs ist denkbar, deren Bestandteile im Laufe der Zeit zermürbt, aufgeweicht, ja sogar gelöst und in geschlossenen, sich ausbreitenden Wasseradern und Kanälen hinweggeführt werden.

Die als Klüfte in der Sohlenfläche der Östertalsperre (Abb. 5 Bl. 13 Jahrg. 1913 d. Z.) angegebenen spitzwinklig zum Halbmesser verlaufenden Flächen mit zackiger Einfassung könnten als eine sehr übertriebene Darstellung solcher Wirkungen gelten. Eine Zellenbildung, ein Zerfall, eine Auflösung und Zersetzung kann auch die Schichtenköpfe und deren Ausfüllung treffen.

Endlich kann die Haarröhrchenwirkung größere Einlagerungen oder auch die Kittmassen der Schichtenfugen und der Konglomeratgesteine in ein Schmiermittel verwandeln.

Das ungünstigste Streichen geschichteter Gesteine ist wohl dasjenige gleichlaufend der Talrichtung und das ungünstigste Einfallen die wagerechte oder flach talabwärts geneigte Lage der Schichten wie bei der Austinsperre (Pennsylvanien) und dem Nashvillebehälter (Tennessee) (Abb. 27 bis 32).

Denkt man sich ein Stück der Mauerlänge auf diese Weise seiner sichern Unterstützung in der Gründungsfläche beraubt, so wird es in senkrechter und wagerechter Richtung als Träger zwischen widerstandsfähigeren benachbarten Mauerteilen hängen.

Die Auflagerdrücke daselbst und die Biegungs- und Scherspannungen im senkrechten Träger scheinen aber zunächst nicht die gefährlicheren zu sein, da die Sackungen selbst in

Mauer und Wassermassen, welche durch neue Formänderungen verzehrt und gebremst werden muß.

Der wagerechte Schub und die mangelhafte Widerstandsfähigkeit der Gründungsfläche ist bei allen Talsperreneinstürzen ausnahmslos, aber oft erst nach Jahren und Jahrzehnten, die einleitende Ursache der Zerstörung, welche sich in irgendeinem nach Baustoff oder Bauweise schwachen oder geschwächten Punkt der eigentlichen Mauer fortsetzt. Das Baugrundauflager gegen wagerechte Kräfte ist der zunächst und am meisten gefährdete Teil einer Sperrmauer.

Zuzugeben ist, daß der Zeitpunkt des Eintritts der endgültigen Zerstörung bei besonders massigem Querschnitt, gewölbter oder polygonaler Grundrißform hinausgeschoben und ihr Umfang nicht so weitreichend sein wird als bei schlanken geradlinigen Mauern.

3. Die Versuche zur Erforschung des Unterdrucks und die daraus zu ziehenden Schlußfolgerungen.

Die Versuche zur Erforschung des Unterdrucks können über diese Verhältnisse keinen irgendwie erschöpfenden Aufschluß geben. Die bisherigen Versuche bestätigen im wesentlichen nur, daß die Gesetze des hydrostatischen und hydraulischen Drucks auch für die Gründungsfläche von Sperrmauern gelten, und geben Aufschluß über die Menge und Beschaffenheit (Temperatur, schwebende und lösliche Bestandteile) des durchtretenden Wassers. Die Stelle des Eindringens

und des Austritts und die Geschwindigkeit könnten vielleicht durch Färbung ermittelt werden.

Der durchflossene Querschnitt, die wagerechte Projektion desselben — gedrückte Fläche — ihre Begrenzung und ihr Zusammenhang und vor allen Dingen der Zustand des Untergrundes werden sich schwerlich feststellen lassen. M. E. treffen ferner die Schlußfolgerungen aus den bisherigen Versuchen, welche nur die Höhe und Verteilung des Unterdrucks (Kantenpressung luftseitig) im Auge haben nicht den Kern der Sache.

Je höher der Unterdruck und je kleiner die ausfließende Wassermenge, desto geringer werden die Strömungsquerschnitte und wagerechten Flächen gestörten Zusammenhangs sein.

Umgekehrt sind aber geringer Druck und große Wassermengen, weder im Sinne der Unterdruckpressungen noch im Sinne des aufgehobenen Widerstandes gegen Sackung und Abscherung durch die wagerechten Kräfte ein sicheres Zeichen herannahender Zerstörung.

Die Wasserverluste in geschlossenen, vielleicht senkrechten Spalten widerstandsfähigen Gesteins sind für den Betrieb störend, für den Bestand der Mauer in der Talsohle nur bei größerer wagerrechten Ausbreitung von Bedeutung.

Diese Bedeutung ist m. E., wie schon aus dem Vorstehenden erhellt, nicht in den dadurch etwa veranlaßten Kantenpressungen zu suchen. Die Berechnung der Größe und Verteilung derselben nach dem Trapezgesetz ist im ganzen nicht unwahrscheinlich. Auch ist es nicht ausgeschlossen, daß die Druckhöhe (h) und selbst die Druckfläche ($m = 0{,}3$ bis 0,4) in irgend einem Augenblick unmittelbar vor oder während der Zerstörung den gemachten Annahmen entspricht.

Lange aber bevor die selbst als Grenzbelastungsfälle gedacht, äußerst seltsamen Druckflächen sich bilden[3]), werden die auf die Nachbarquerschnitte übertragenen Kräfte und die Träger-Biegungs (Zug)- und Scherbeanspruchungen des mangelhaft unterstützen Teiles die zulässige Höhe überschritten haben. Das ist der Vorgang, der sich bei allen Talsperrenunfällen wiederholt, deren kurze Beschreibung des Zusammenhangs dieser Ausführungen wegen, erst am Schlusse nachgetragen ist.

Was aber hat es für einen Zweck den ganzen Querschnitt einer Staumauer für einen Zustand zu berechnen, der lediglich in bezug auf die Gründungsfläche die Sicherheit gewährt, daß dort theoretisch nicht ganz unmögliche Pressungen vermieden werden, während die Verstärkung für die darüber liegende Mauer unnötig, für tiefer liegende Fugenbildungen ohne Einfluß ist? Da weder Zerstörungen, ja nicht einmal besondere Spannungserscheinungen an der Stelle (luftseitiger Mauerfuß) eingetreten sind, wo die Rechnung die größten senkrechten Pressungen und Scherspannungen nachweist, und tatsächliche Zerstörungen auf ganz andere Ursachen zurückzuführen sind, muß man annehmen, daß nicht beachtete Umstände die Verteilung der Pressungen anders und günstiger gestalten. Es erscheint daher nicht folgerichtig, die unumstößliche Erfahrung, daß die bisherige Rechnungsweise standfähige Querschnitte geliefert hat, beiseite zu setzen und der offensichtlich zu ungünstigen Pressungstheorie durch viel zu weit gehende Berücksichtigung des Unterdrucks einen weiteren Einfluß auf die Querschnittverstärkung einzuräumen.

3) Vgl. die Auftriebdruckfiguren im folgenden zweiten Teil.

Für die Mauer selbst und für wasserbeständigen Baugrund oder solchen, der gefestigt oder geschützt werden kann, hat die Unterdruckverstärkung keinen Zweck.

Bei angreifbarem Baugrund ist erfahrungsgemäß die alleinige Gefahr die des Abschiebens in der Gründungsfläche und nicht die Kantenpressung.

Der umgekehrte Fall ist kaum denkbar, denn dann müßte das Abschieben durch wasserbeständige Zacken und Vertiefungen so lange aufgehalten werden, bis sich die großen Druckflächen gebildet haben, wie sie für die zerstörende Wirkung des Unterdrucks angenommen werden. Wie sollte das bei der innigen Verbindung von Fels und Mauerwerk möglich sein?

4. Die Entwässerung der Gründungsfuge.

Wenn man nicht die Unterdruckpressungen der Gründungsfuge für die Hauptgefahrenquelle hält, dann ist auch eine Entwässerung derselben eine Einrichtung von zweifelhaftem Wert. Sie sichert nur diese gegen Unterdruck, während eine darunter liegende Schichtenfuge od. dgl. unter vollem Druck stehen oder eine vollständig durchweichte Kittmasse enthalten kann (Austinsperre Pa.). Dagegen kann die Entwässerung die Ausbreitung von Zersetzungen und Ausspülungen befördern und die selbsttätige Verstopfung der Poren und Sickerkanäle verhindern, welche sich bei den meisten Talsperren im Laufe der Zeit bei nachlassender Druckhöhe und Sickergeschwindigkeit vorteilhaft bemerkbar gemacht hat.[4])

Die Entwässerung und selbst die Abführung gefaßter Quellen hat im besten Falle den Vorteil, daß sie den Abfluß des Wassers konzentriert, seine Druckhöhe vermindert und dadurch die benachbarten Teile der Grundfläche vor Angriff und Durchweichung schützt. Sie hat ferner als Gefahranzeiger — Menge schwebender und löslicher Bestandteile des Sickerwassers — eine sehr geringe Bedeutung.

Welche sonderbaren Vorstellungen man sich über das Wesen des Unterdrucks macht, beweist das Handbuch der Ingenieurwissenschaften 4. Aufl., 2. Bd., 2. Abt., S. 269: Man vergoß die auf der Luftseite der Gründungsfläche der Solinger Sperre gefaßten Quellen nicht, „weil dort ein Auftrieb für die Standsicherheit der Mauer günstig wirken muß." (Vgl. auch Zeitschr. f. Bauwesen 1904, S. 340.)

5. Die Bedeutung der Pressungen.

Bei einer Beurteilung der Standfähigkeit vorhandener oder neu zu erbauender Sperrmauern ist ein strenger Unterschied zu machen zwischen der eigentlichen Mauer und dem Baugrund. In bezug auf erstere scheint es mir notwendig, die rechnungsmäßigen Pressungen der wagerechten Fuge anders zu bewerten, als dies jetzt geschieht. Sieht man in ihnen nur eine Ursache der Zerstörung, sobald sie eine größere Höhe erreichen, dann ist eine Schwergewichtsmauer von 40 bis 50 m Höhe oder der obere Teil einer solchen von größerer Höhe eine ganz unwirtschaftliche Konstruktion: Die Materialfestigkeit wird daselbst ganz ungenügend ausgenutzt.

Von vielen Ingenieuren wird innerhalb dieser Höhengrenze nur verlangt, daß die Drucklinien im Kern bleiben,

4) Es scheint mir z. B. höchst wahrscheinlich, daß die Entwässerung bei der Zerstörung der Weserschleuse bei Hemelingen von verderblichem Einfluss gewesen ist. Zentralblatt der Bauverwaltung 1914 S. 146, 159.

und das ist das Wesentliche auch für größere Mauerhöhen: Die Pressungen sind lediglich das Kennzeichen für eine zweckmäßige Verteilung der Lasten über den Mauerquerschnitt und die Grundfläche.

Sie sind ferner ein Kennzeichen dafür, welche Lasten in Gestalt der Schwergewichtsmauer dem Wasserdruck entgegengeworfen werden. In ersterer Beziehung unterliegt es wohl keinem Zweifel, daß die Massen so verteilt werden müssen, daß die Pressungen der wagerechten Fuge in den Grenzfällen der Belastung einander gleich oder annähernd gleich sein müssen.

Der Dreiecksquerschnitt vom Raumgewicht γ aber liegt erst fest, wenn einer, aber auch nur einer der Werte α, n oder m angenommen wird, wobei:

- α ein unechter Bruch $\leqq \gamma$ ist, welcher mit der Mauer und Stauhöhe h multipliziert = der zulässigen Kantenpressung luft- (σ'_{xv}) und wasserseitig $(\sigma''_{xl}) = \alpha h$.
- n der Bruchteil der wagerechten Fugenbreite b ist, welcher die Länge der Projektion der geradlinigen Wasserseite auf dieselbe darstellt $n\,b$.
- m ein echter Bruch, der mit der Stauhöhe h multipliziert die wasserseitige Kantenpressung bei vollem Becken $(\sigma''_{xv}) = m''\,h$ angibt.
- $m''\,h$ gibt gleichzeitig an, welche Auftriebshöhe unter der wagerechten Fuge an der Wasserseite von der Flächeneinheit aufgenommen werden kann, ohne daß Zugspannungen entstehen.

Die Beziehungen sind in den im zweiten Teil folgenden Berechnungen dargelegt, aus welchen man für jedes beliebige α, m oder n den Querschnitt und die Pressungen der Mauer entnehmen kann.

Ohne sich über diese innigen Beziehungen zwischen α, m und n untereinander und zum Querschnitt völlig klar zu werden, ist man früher (Méry, Bélanger) von den Pressungen (αh) allein ausgegangen, und erst neuerdings nimmt man, auch etwas einseitig, auf die wasserseitige Pressung bei vollem Becken bezw. den Unterdruck und die Begrenzung des Querschnitts (Scherspannungen) mehr Rücksicht.

Die Begrenzung der Pressungen αh, die Erhöhung der wasserseitigen Pressung $m''\,h$ und die flacheren Querschnittsbegrenzungen $n\,b$ laufen alle auf eine Vergrößerung des Querschnitts und der Massen hinaus.

Dagegen ist vom Gesichtspunkt der Standfestigkeit, der Widerstandsfähigkeit gegen den Wechsel der Durchfeuchtung, Temperatur und Belastung nichts einzuwenden. Es handelt sich aber auch darum, den Querschnitt bei ausreichender Standsicherheit innerhalb der Grenzen der Wirtschaftlichkeit zu halten. Die Ansichten darüber gehen weit auseinander. M. E. ist die Höhe der Kantenpressungen für Staumauerquerschnitte bis zur Höhe von 100 m unmaßgeblich, wenn man reine Druckbeanspruchungen von $^1/_5$ der Materialfestigkeit rd. 20 bis 25 kg/qcm für Mauerwerk und Baugrund zuläßt. Man hat nirgends gehört, daß am Fuße von senkrechten oder sogar überhängenden Felswänden von Hunderten von Metern Höhe oder in noch tieferen Bergwerkschächten das Material zermalmt worden wäre, es sei denn, daß Bewegungen, Erweichungen oder Zersetzungen eintreten. Die Bewegungen sind aber im unteren Teil der Mauer = 0 und auch dem Wechsel der Pressungen, der Arbeitsfestigkeit (Talspb. S. 303), scheint keine so große Bedeutung zuzukommen, als ich angenommen habe. Kirchtürme, welche in ihrer Spitze unter Winddruck einen bedeutenden Ausschlag zeigen, haben Jahrhunderte überdauert. Die Differenz der kleinsten und größten Kantenpressung jeder wagerechten Fuge ist in demselben Grunddreieck ebenso wie die übrigen rechnungsmäßigen Pressungen der wagerechten Fuge und der Scherspannungen und Reibungswiderstände direkt proportinal der Tiefe h unter Krone. Bei Staumauern gleicher Höchstpressungen luft- und wasserseitig ist der Druck**unterschied** wasserseitig etwas kleiner als luftseitig und beide einander um so gleichwertiger, je größer die absolute Höhe der senkrechten Kantenpressung ist. In verschiedenen Grunddreiecken wächst der Unterschied der größten und kleinsten Kantenpressung einer Fuge gleicher Tiefe h unter Krone sehr schnell mit der größten Höhe der Pressungen (vgl. Beispiel im zweiten Teil dieser Abhandlung).

Ferner ist anzunehmen, daß sich im eigentlichen Mauerkörper und noch viel mehr in der unebenen Gründungsfläche Auflagerflächen bilden, welche die angreifenden wagerechten Kräfte in viel günstigerer Richtung und Verteilung auf den Baugrund übertragen als die gedachte Fläche der wagerechten Fuge.

Man braucht sich doch in der mörtellosen Mauer oder im Gründungsfelsen nur ein Stück luftseitig ansteigender Fläche (Stein, Felszacken) zu denken, um einzusehen, daß die Mauer unter ihrem Gewicht diese schiefe Ebene erst erklimmen, abscheren oder zermalmen muß, ehe die Wasserlast in vollem Maße auf die nächste schiefe Ebene luftseitig wirken kann. Noch größere Widerstände werden im zusammenhängenden Mauer- und Felskörper wirken.

So werden im luftseitigen Mauerfuß die rechnungsmäßigen Pressungen schwerlich auftreten und die entstehenden eine durch die Einflüsse des Stauwassers nach Druckhöhe und Geschwindigkeit verhältnismäßig am wenigsten angegriffene Unterstützung finden.

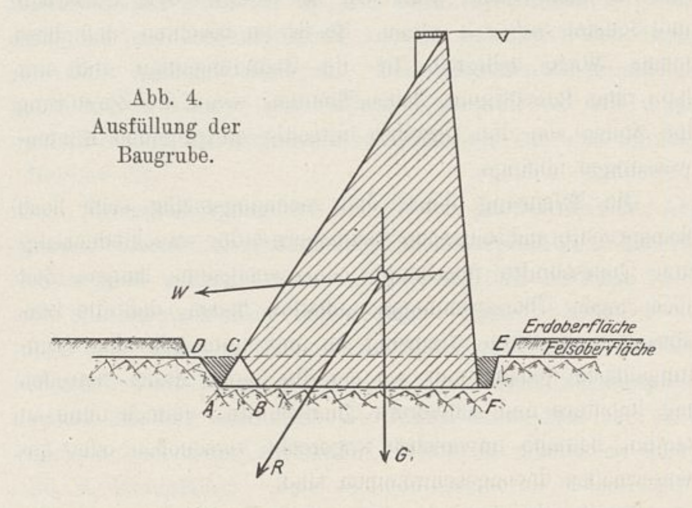


Abb. 4. Ausfüllung der Baugrube.

Nach meiner Ansicht ist es viel richtiger, an dieser Stelle eine geeignete Auflagerfläche zu schaffen, als durch die Spitze ABC die Pressungen mildern zu wollen (Abb. 4). Es ist wirtschaftlich und statisch richtiger, wenn das Dreieck ABC aus einigermaßen wasserbeständigem Felsen besteht als aus Mauerwerk (vgl. Crotonmauer Talsperrenbau S. 341 Abb. 273 und Kensikomauer Zentralbl. d. Bauverw. 1915, S. 239 Abb. 1.

Soll aber die Baugrube bis zur Linie AD hergestellt werden, so ist eine einheitliche Ausfüllung im ganzen Quer-

27*

schnitt $ADEF$ der nachträglichen Ausfüllung des Dreiecks ADC vorzuziehen. Für die Berechnung der Mauer ist die Fuge EC anzunehmen. Ich habe versucht, im folgenden Teil auch rechnungsmäßig nachzuweisen, daß, abgesehen von der günstigeren Verteilung der Normalpressungen und Scherkräfte, durch die Auflasten Widerstände auftreten müssen, die den Winkeländerungen der Scherspannungen ebenso entgegenwirken wie diese Auflasten die Biegungszugspannungen der wagerechten Fuge überdecken. Der Nachweis beruht auf der Schlußfolgerung, daß, solange die Reibungswiderstände des mörtellosen Mauerwerks allein genügen werden, die wagerechten Kräfte aufzunehmen, von übermäßigen Scherspannungen überhaupt nicht — am wenigsten im luftseitigen Mauerfuß — die Rede sein kann. Dies würde mit der Erfahrungstatsache übereinstimmen, daß Zerstörungen dort nie beobachtet worden sind.

Die errechneten Scherspannungen müßten aber solche Zerstörungen unbedingt hervorgebracht haben.

6. Der Ausgangspunkt für die Beurteilung von Staumauerquerschnitten.

Für die Beurteilung der Staumauerquerschnitte ist es richtig, von dem Überschuß an Druckspannung wasserseitig bei gefülltem Becken $\sigma''_{xv} = m'' h$ auszugehen.

Jeder Wert von $m'' > 0$ ergibt ohne weiteres Grenzlagen der Schlußkräfte innerhalb der Kerngrenzen. Die größten Pressungen lassen sich aus der einfachen Beziehung

$$\alpha = \frac{\gamma}{\gamma + 1} (\gamma + 1 - m'') \quad \text{oder} \quad \alpha = \gamma - \frac{m_e'' \gamma}{1 + \gamma + \frac{1}{4}\gamma_e}$$

(mit Erddruck) leicht ermitteln.

Wenn man es für notwendig hält, kann man m'' mit Rücksicht auf diese Pressungen und vielleicht noch mehr mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Untergrundes höher annehmen. Nicht weil man dadurch einer Gefahr vorbeugen könnte, sondern nur weil man dadurch möglicherweise ihre Folgen verzögert und mildert. Ich halte $m'' = \frac{1}{10}$ in jedem Fall für ausreichend, Link will $m'' = 0{,}3 - 0{,}4$, Lieckfeldt und Schäfer $m'' = 1$ setzen. Es ist zu beachten, daß diese hohen Werte lediglich für die Gründungsfuge und nur dann eine Berechtigung haben könnten, wenn die Zerstörung der Mauer von den daselbst luftseitig auftretenden Kantenpressungen abhinge.

Die Erfahrung lehrt, daß rechnungsmäßig sehr hoch beanspruchte und schwache Staumauern[5]) der verschiedenartigsten Querschnitte überhaupt oder wenigstens längere Zeit noch gegen Überströmungen gehalten haben, daß die Zerstörung stets ihren Ursprung in und unterhalb der Gründungsfläche gehabt und, wo sie die ganze Mauer betroffen hat, leichtere und schwerere Querschnitte, vielfach ohne zu kanten, beinahe unversehrt wagerecht verschoben oder gewissermaßen davongeschwommen sind.

Damit scheint mir bewiesen, daß die Annahmen, welche die Zerstörung auf die luftseitige Pressung infolge des Unterdrucks zurückführen, übertrieben sind und daß seine zerstörende Wirkung hauptsächlich auf den teilweise aufgehobenen Widerstand der Gründungsfläche gegen die wagrechten Kräfte zurückgeführt werden muß. Die Erfahrung ist aber eine bessere Lehrmeisterin als die auch nur auf Erfahrung gegründeten Rechnungsergebnisse, weil sie alle Umstände umfaßt, auch solche, die auch die schärfste Berechnung nicht berücksichtigen kann. Zudem widersprechen sich beide nicht: Nach Aufhebung des ausreichenden wagerechten Widerstandes des Baugrundes, auf den doch letzten Endes alle Kräfte übertragen werden müssen, sind vor allen Dingen wagerechte Scher- und Biegungsspannungen in dem unterhöhlten Mauerteil sehr wahrscheinlich. Übermäßige senkrechte Pressungen wären eher in den noch hinreichend unterstützten benachbarten Mauerteilen denkbar, auf welche die Kräfte nunmehr übertragen werden. Beobachtet sind solche m. W. nicht, und ein großer Mauerquerschnitt würde wie gesagt nur möglicherweise verzögernd auf den Einsturz wirken.

5) Vgl. die australischen Gewölbesperren Z. d. B. 1911 S. 290, Beton und Eisen 1912 S. 14 ferner 1915 S. 118.

Es ist Sache des Geologen, den Baugrund daraufhin zu beurteilen, ob er in größerem Umfange durch das Stauwasser verändert und angegriffen werden kann; Sache der Bauausführung, dieser Möglichkeit unter allen Umständen vorzubeugen; Sache des Betriebs und der Überwachung, erhebliche Unterdrucksickerungen zu entdecken, in ihrer Gefährlichkeit zu beurteilen, sie zu beseitigen oder die Leerung des Beckens zu veranlassen.

Wertvolle Fingerzeige in geologischer Hinsicht gibt der Aufsatz von Leppla, Geologische Vorbedingungen der Steinbecken. Zentralbl. für Wasserbau und Wasserwirtschaft 1908, 3. Jahrg. Auszugsweise Lueger-Weyhrauch, Wasserversorgung der Städte § 74 S. 570.

Vor allen sind es aber auch hier wieder die Erfahrungen, die mit der Untergrundbeschaffenheit bewährter und zerstörter Mauern gemacht sind, die uns vor zu erwartenden Gefahren, aber auch vor übertriebener Ängstlichkeit bewahren müssen. Man braucht einer Tonfuge im geschlossenen Baugrund nicht die Bedeutung zuzumessen, als ob sie sich im Sperrmauerkörper befände. Kleinere Sickerungen in geschlossenen Spalten und Klüften wasserbeständigen Gesteins, die beinahe bei jeder Sperrmauer vorkommen, schaden außer den Wasserverlusten gerade so wenig wie die Entwässerung oder die Mauerdurchbrechungen durch Entnahmekanäle, Notauslässe u. dgl.

7. Die Vorbeugungsmaßregeln gegen Gleiten.

Die vorbeugenden Maßregeln gegen die Bildung von Zonen geringerer Widerstandsfähigkeit und ihrer Folgen sind teilweise bereits erwähnt. Sie gründen sich vor allen Dingen auf die Beschaffenheit des Gesteins, welches eine größere Ausbreitung derselben durch seine Zusammensetzung und Lagerung verhindert, und wenn es nicht selbst gegen Auslaugung, Zersetzung und Aufweichung sicher ist, durch seine Zersetzungsprodukte oder künstliche Maßregeln geschützt werden muß. Je tiefer die Mauer in den Fels eingelassen wird, je größer werden i. a. die Widerstände gegen das Eindringen des Druckwassers und seine Wirkungen sein. Die Baugrubentiefe steht aber im übrigen wohl kaum im Zusammenhang mit der Mauer und Stauhöhe, sondern wird lediglich durch die Beschaffenheit des Baugrundes bedingt.

Wasserbeständiger Fels ist so gut wie Mauerwerk und die Gründungsfuge daselbst ebenso widerstandsfähig oder widerstandsfähiger wie jede Mauerfuge. Von der linken Seite der von Link aufgestellten Gleichung für die Tiefe h_1 der luftseitigen Baugrubenwand im Felsen:

$(P-A)f+\sigma_y h_1 = \frac{h^2}{2}$ (Wasserdruck) Z. d. B. 1912 S. 38 würde, im Falle der Felsen angreifbar ist, nicht viel mehr übrig bleiben als der passive Erddruck der unbelasteten Baugrubenwand.

Diese Tiefe h_1 betrug für die Bouzeymauer 17 m, und sie wurde trotzdem verschoben.

Die Mauer kann statt im ganzen Querschnitt durch Spundwände (oberhalb), Herdmauern mit Eisenblecheinlagen, Auswaschung und Einführung von Preßzement in Bohrlöcher fortgesetzt werden. Doch ist hierbei wohl nur auf das Abschneiden des Druckwassers, weniger auf Widerstand gegen Abscherung zu rechnen. In Verbindung hiermit mag auch eine Entwässerung nicht unwirksam sein.

Der Eintritt des Beckenwassers in den Untergrund wird durch die Verwitterungs- und Humusdecke der Talsohle erschwert, welche vor dem Einstau unverletzt zu erhalten und durch Tonschlag zu ergänzen ist. Demselben Zweck entspricht eine Hinterfüllung der Mauer, welche das Material zur Verstopfung vorhandener Poren durch die Filterwirkung liefert. Die Talwände sind am Anschluß an die Staumauer durch Bestürzung, Trockenpackung u. dgl. vor Verwitterung und Eisangriff zu schützen. Ebenso die Stellen, wo durch die Entnahmeströme der Untergrund freigelegt werden kann. Mit Rücksicht darauf sind die Steinbrüche so anzulegen, daß kein Eindringen des Stauwassers die Poren des Untergrunds füllt (Abstand und Höhenlage gegen die Mauer, Abdeckung und Entwässerung der Sohle). Die Sohlen alles offenen Wassers in der Nähe und oberhalb der Mauer, Bacheinläufe, Umlaufgräben, Überfälle sind zu dichten. Die Schlammdecke im Becken ist unverletzt zu erhalten.

Die Breite der Baugrube ist aufs äußerste zu beschränken und in einem Stück die dem Felsen geschlagene Wunde auszufüllen. Die gefaßten Quellen sind auszuspiegeln und unter Druck zu vergießen. Gegebenenfalls ist auch außerhalb der Quellen durch Bohrlöcher oder Futterrohre nachträglich Preßzement in die Gründungssohle einzuführen.

Wenn Baugrubenschlitze nicht zu vermeiden sind, so müssen sie im Verband mit der eigentlichen Mauer sorgfältig bis Felsoberfläche gefüllt und durch Preßzement gedichtet werden.

Der Ausdehnung ist bei längeren Mauern durch Fugen, bei kürzeren durch gewölbte Grundrißform Spielraum zu gewähren. Der Widerstand gegen Gleiten ist durch ansteigende rauhe Gründungsfugen, festen Anschluß an die senkrecht zur Schlußkraft gerichtete luftseitige Baugrubenwand, Heranziehung der Talwände als Widerlager und endlich auch durch unmittelbare Vermehrung der Massen: Scheitrechtes Gewölbe und Gewicht zu erhöhen. Die letztere kostspielige Maßnahme ist bei wasserbeständigem Baugrund und im Grundriß gewölbten Mauern überflüssig, bei angreifbarem Baugrund von zweifelhaftem Wert.

Die Schwäche aller zerstörten Mauern hat darin bestanden, daß der Widerstand des Baugrundes gegen den Wasserdruck durch den Angriff des Druckwassers vermindert wurde. Alle nachträglichen und von zeitweisem, ja sogar dauerndem Erfolg gekrönten Maßnahmen der beteiligten Ingenieure lassen das richtige Empfinden für die eigentliche Gefahr und das Bestreben erkennen, ohne viel Rücksicht auf die Pressungen, dem wagerechten Wasserdruck einen Widerstand entgegenzusetzen: die luftseitige Erdanschüttung der Mutha; der Gegenstau von Chazilly; die Betonabdeckung der wasserseitigen Talsohle von St. Denis du Sig; das Strebenmauerwerk von Bouzey; die Strebepfeiler von Lampy, Mutha, Grosbois, Chazilly; die von Ehlers und Wegmann vorgeschlagenen Strebepfeiler für Austin Pa. (Z. d. B. 1912 S. 239.)

8. Beispiele für die Ursachen der Zerstörung von Sperrmauern.[6])

Die Betrachtung der Ursachen des Einsturzes oder der Beschädigung von Sperrmauern liefert wohl den besten Beweis dafür, daß dieselben nicht in dem Auftreten von luftseitigen Scherspannungen oder durch den Unterdruck veranlaßten Pressungen im Mauerwerk, sondern ausschließlich in der mangelnden Widerstandsfähigkeit des unter Staudruck stehenden Untergrundes zu suchen sind.

Als Folgeerscheinung ist natürlich überall eine mehr oder weniger weitgehende Zerstörung der Mauer festzustellen. Die Zerstörungen sind nach Art und Umfang in drei nicht scharf getrennte Gruppen zusammenzufassen:

A. Der Staudruck drückt den allmählich aufgeweichten Untergrund unter der Mauer hindurch.

B. Der Staudruck schiebt die ganze infolge wagerechter und senkrechter Durchbiegung in Stücke zerbrochene Mauer vor sich her.

C. Der Staudruck veranlaßt nur eine geringe wagerechte Bewegung oder Ausbauchung, die zur Zerstörung führt.

Zu A.

Die alte Puentessperrmauer (Abb. 5 bis 9) staute seit dem Jahre 1792 den Guadalantinfluß zu rd. 50 m Höhe auf. Von Anfang an zeigten sich in dem geräumigen Spülkanal Durchsickerungen und später mit Unterbrechung Quellen unterhalb der Mauer im Flußbett.

Aber erst nach fünf Jahren hatte das Wasser den 46 m breiten Pfahlrost und das daran anschließende gleichartige 40 m lange Sturzbett so weit gelockert, daß beides nunmehr plötzlich nachgab. Dem Gewölbewiderstand der sehr kurzen überaus standfähigen Mauer ist es wohl zuzuschreiben, daß das herausstürzende Wasser nur eine torartige Bresche riß.[7])

Derselbe Vorgang wiederholte sich bei der nach der Ambursen-Bauweise gebauten Pittsfieldsperre (Abb. 10 bis 12)[8]) schon beim ersten Einstau auf 12,0 m Höhe im Jahre 1909. Der Untergrund, Kies und lehmiger Sand, wurde bis auf 7 m Tiefe unter dem Bauwerk hinweggedrückt. Der eisenbewehrte Betonkörper selbst riß unter seinem Eigengewicht, vermochte sich aber über die Länge des Kolkes von 16 m noch frei zu tragen. (Handbuch f. d. Eisenbetonbau 1910, Bd. 4, Bauunfälle.)

Er wiederholte sich ferner bei der Elwha-Mauer Port Angeles Washington am 30. Oktober 1912 (Abb. 13 bis 17) (Engin.

6) Vgl. auch den Abschnitt über zerstörte Sperrmauern in Ziegler, Der Talsperrenbau. 2. Aufl. Berlin 1911, Wilh. Ernst u. Sohn, woraus auch die Abb. 5 bis 9, 18, 19 und 33 bis 44 entnommen sind.

7) Eine zweite spanische Sperrmauer im Val de Infierno scheiterte an einer durchlässigen Bank des Talhanges, die aber so rechtzeitig entdeckt wurde, daß sie nur die Stauhöhe beschränkte.

8) Die Abb. 10 bis 12 sind entnommen aus dem Handbuch für den Eisenbetonbau. 4. Bd. 2. Aufl. Berlin 1910. Wilh. Ernst u. Sohn.

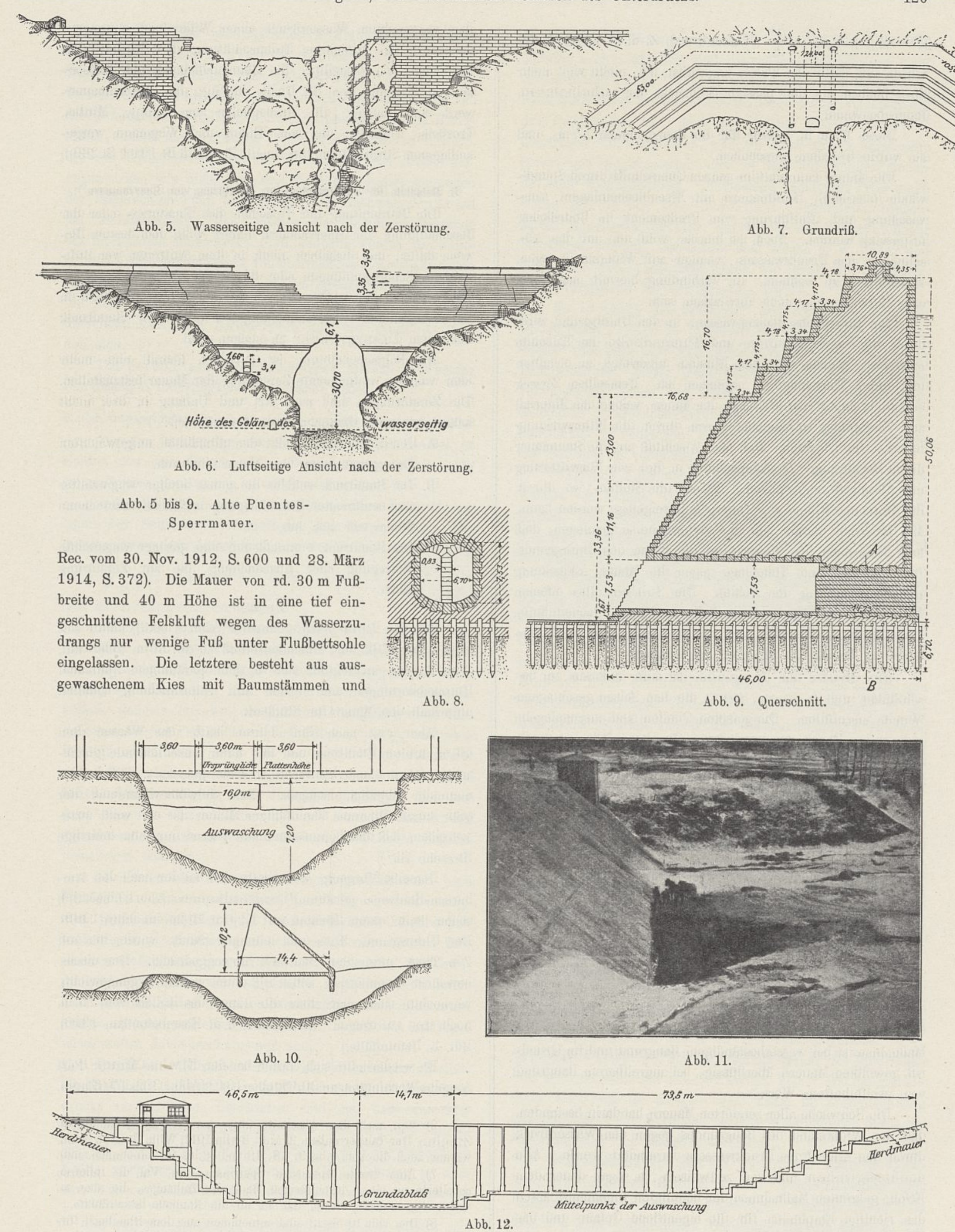


Abb. 5. Wasserseitige Ansicht nach der Zerstörung.

Abb. 6. Luftseitige Ansicht nach der Zerstörung.

Abb. 7. Grundriß.

Abb. 8.

Abb. 9. Querschnitt.

Abb. 5 bis 9. Alte Puentes-Sperrmauer.

Rec. vom 30. Nov. 1912, S. 600 und 28. März 1914, S. 372). Die Mauer von rd. 30 m Fußbreite und 40 m Höhe ist in eine tief eingeschnittene Felskluft wegen des Wasserzudrangs nur wenige Fuß unter Flußbettsohle eingelassen. Die letztere besteht aus ausgewaschenem Kies mit Baumstämmen und

Abb. 10.

Abb. 11.

Abb. 12.

Abb. 10 bis 12. Pittsfield-Sperre (Massachusetts).



Abb. 13
Wasserseite mit der Spundwand im Vordergrunde.

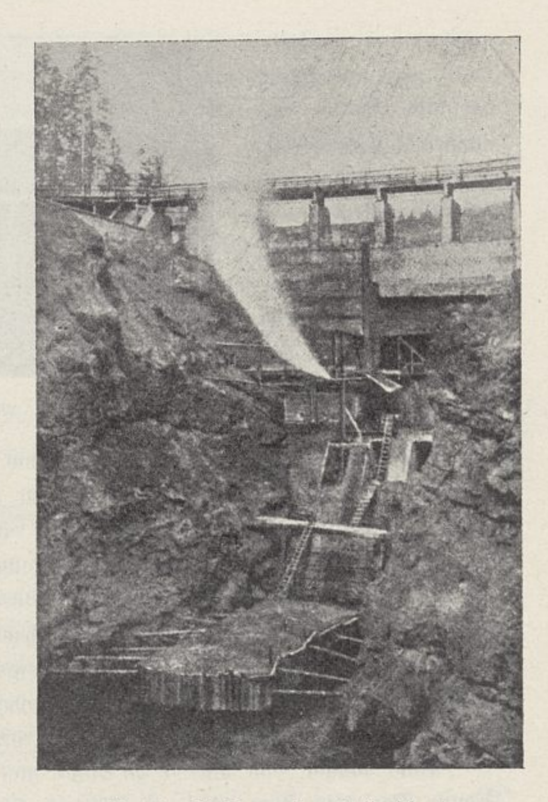


Abb. 14. Stahlspundwand-Senkkasten unterhalb des Dammes.

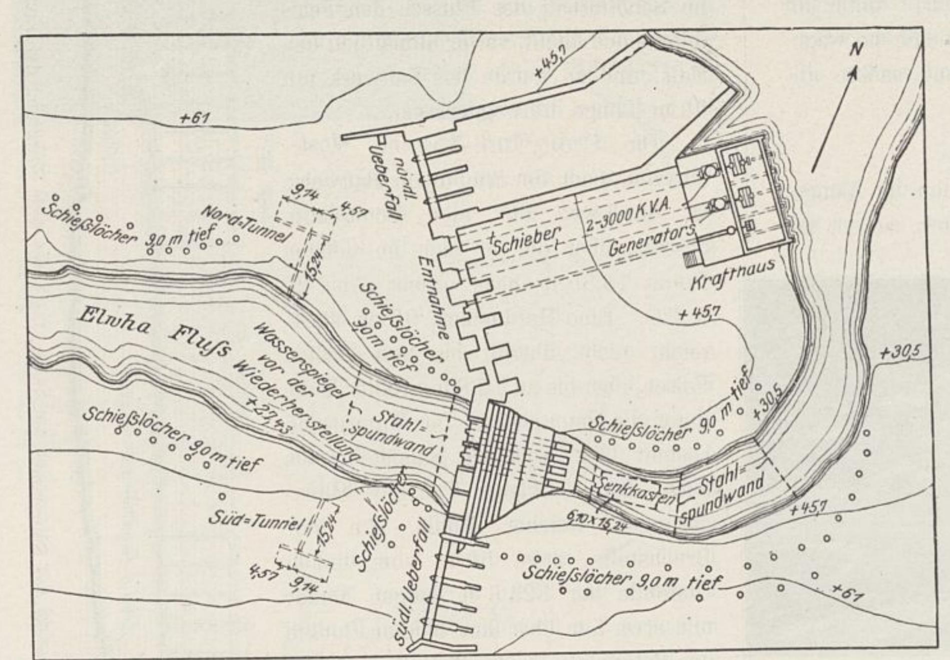


Abb. 15. Lageplan. Anordnung der Sprengtunnel und -löcher sowie der Spundwände.

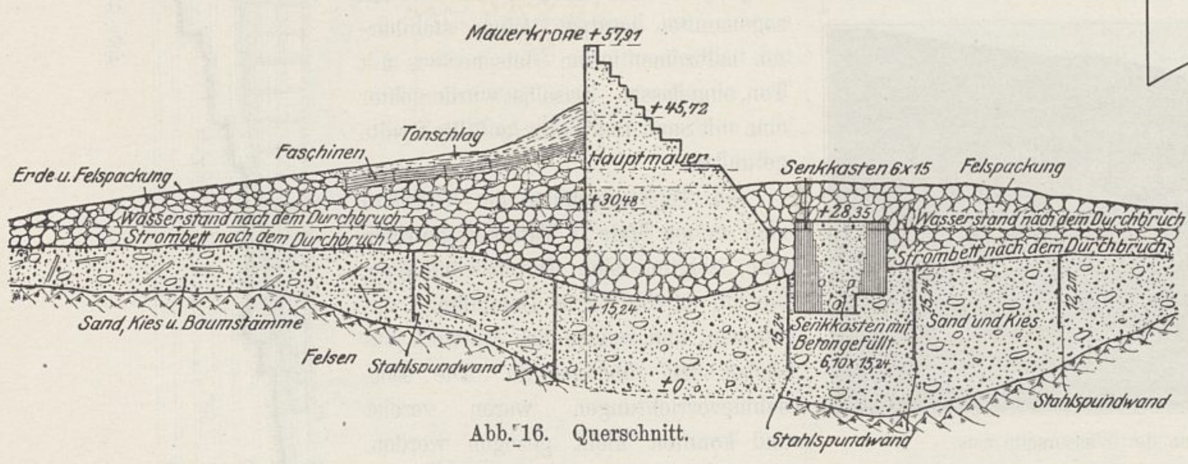


Abb. 16. Querschnitt.

Spundwandanordnung, Stahlsenkkasten, Steinschüttung und Dichtung (Wiederherstellung).

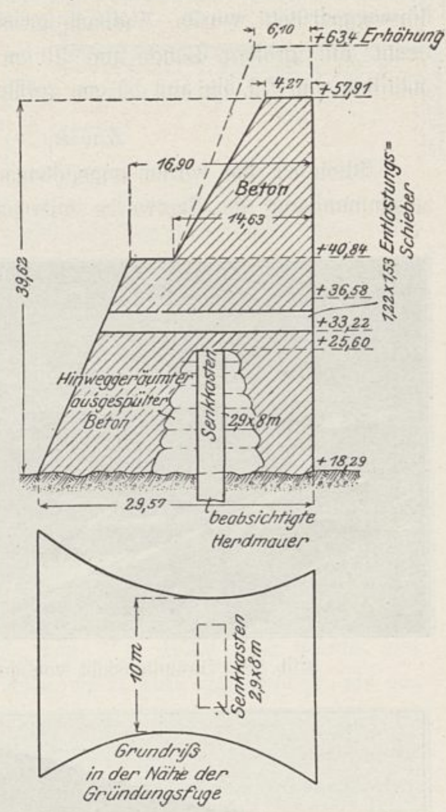


Abb. 17. Querschnitt.

Abb. 13 bis 17. Elwha-Mauer.

Felsblöcken und ist nur 10 m breit. Schon während des Baues im Sommer 1912 zeigten sich Durchströmungen, und es wurde versucht, innerhalb der Mauer einen Senkkasten von 2,9×8 m Grundfläche als Herdmauer

niederzubringen. Dabei wurde auch der ausgespülte Beton des innern Mauerwerks ersetzt, welcher den Arbeitsraum für den Senkkasten bildete. Während dieser Arbeit erfolgte der Durchbruch. Der obere Teil der Mauer überspannte unversehrt die Schlucht.

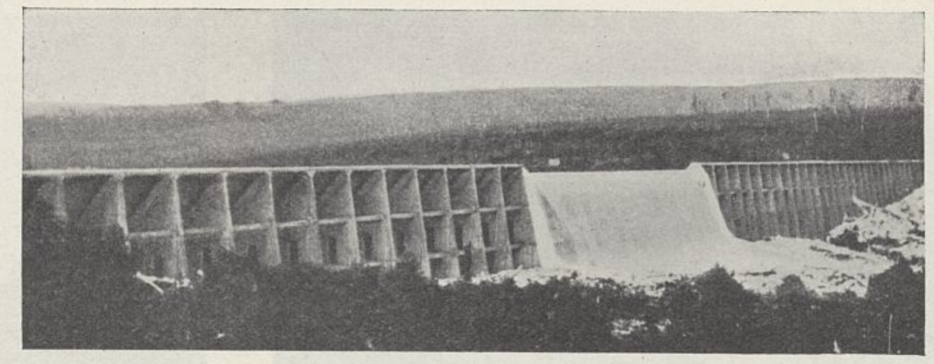


Abb. 20. Talseite der Staumauer im Stonyfluß.

Die Wiederherstellung entbehrt nicht einer gewissen Großzügigkeit. Es kam darauf an, mit einem Male die Durchflußöffnung durch große Steinmassen zu versperren, da einzeln eingebrachte Steine von der Strömung hinweggeführt wurden. Die Schluchtwände wurden durch Gruppen von Bohrlöchern durchfahren und in gleichzeitiger Sprengung zuerst talwärts etwa 20000 cbm, dann bergseitig 40000 cbm in das Flußbett geworfen. Sie bedecken oberhalb und unterhalb der Mauer die Sohle desselben und verstopfen das Loch.

Eine Mauer von nur 5 m Höhe und 130 m Länge (Engin Rec. vom Nov. 1911, S. 581) in Macdonalton Pa. stand, trotzdem der Kies- und Schieferuntergrund $1^1/_2$ Monate nach ihrem Einstau am 15. September 1911 unter ihr hinweggedrückt wurde. Vielfach gerissen, bauchte sie wagerecht auf größere Länge um 20 cm aus und sackte allmählich von 7,5 bis auf 15 cm größte Tiefe.

Zu B.

Blieb bei den vorher angegebenen Beispielen der Längszusammenhang des Bauwerks teilweise gewahrt, so ist bei den nun folgenden dieser vollständig aufgehoben und sind Teile des Bauwerks durch die Strömung hinweggerissen.

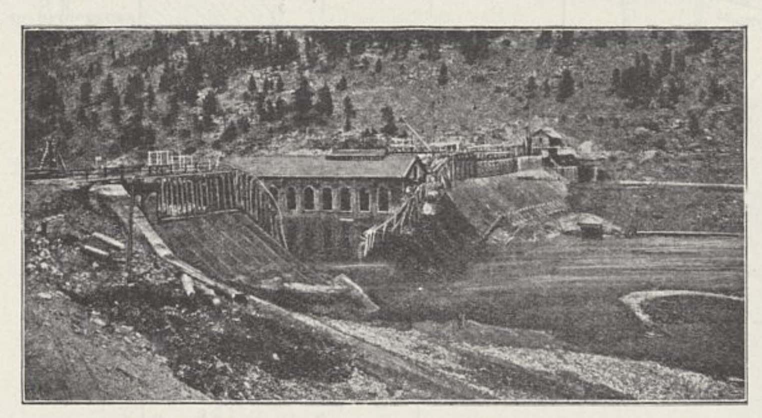


Abb. 18. Gesamtansicht von der Wasserseite aus.

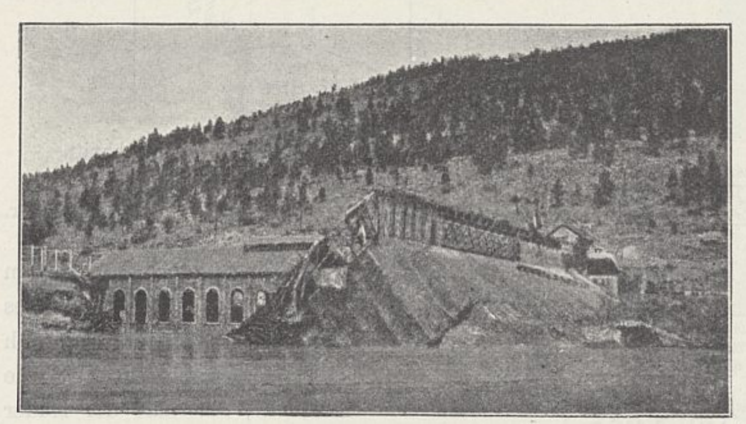


Abb. 19. Teilansicht von der Wasserseite aus.

Abb. 18 u. 19. Hauserlake-Damm nach der Zerstörung.

So wurde die Betonschwelle mit Stahlspundwand, in welche der Fuß der Hauserlakesperre — eiserne Gerüste mit Tonnenblechbekleidung — verankert war, nachdem er von März 1907 bis 14. April 1908 gehalten, unterspült (Abb. 18 u. 19). Die 10,7 m hohe Friestedt-Spundwand erreichte im Schotterbett des Flusses den Felsuntergrund nicht, verlor allmählich den Halt, und so wurde das Bauwerk auf 90 m Länge hinweggerissen.

Die Stonyfluß-Mauer, West-Virginia, nach der Ambursen-Bauweise ist durchweg auf eine Betonplatte gesetzt, über die sie sich im tiefsten Punkt 15,55 m hoch erhebt (Abb. 20 u. 21). Eine Herdmauer, 90 cm stark, reicht nicht überall bis zum festen Felsen, aber bis zu 12,8 m größter Tiefe unter die Betonplatte. Der Untergrund besteht über weichem Sandstein aus Kies, Ton, kalkigem Ton mit Einlagerungen weicher Kohle. An der Bruchstelle, etwa 50 m vom linken Uferende der 324,6 m langen Mauer und etwa 5 m über dem tiefsten Punkte der Betonplatte in der Talmitte, ist die Herdmauer nur 1,50 m tief in den sogenannten hardpan, einen steinharten halbzementierten Gletscherkies mit Ton, eingelassen. Daselbst wurde später eine mit Sand und Kohle gefüllte Spalte gefunden.

54 Tage nachdem der Überlauf zum ersten Male in Tätigkeit getreten war, zeigten sich Durchströmungen, die auf 10 bis 12 m Dammlänge zunahmen, und welche das Bauwerk zunächst frei überspannte. Die Entnahmevorrichtungen waren vereist und konnten nicht gezogen werden. Die Ausströmungsöffnung von etwa

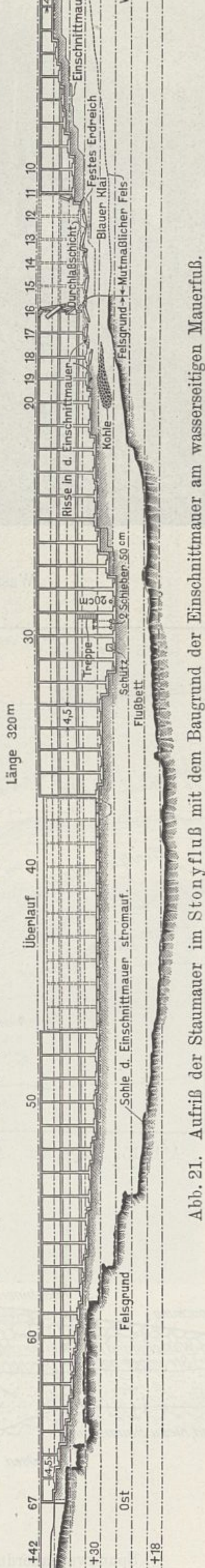


Abb. 21. Aufriß der Staumauer im Stonyfluß mit dem Baugrund der Einschnittmauer am wasserseitigen Mauerfuß.

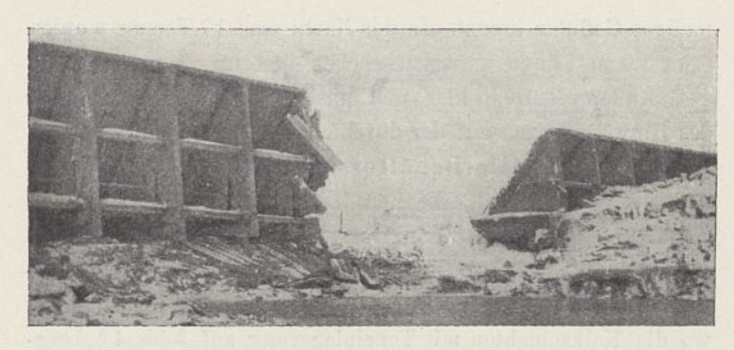


Abb. 22. Stonyfluß-Mauer. Bruchstelle mit dem durch das Wasser gespülten Kolk von der Luftseite gesehen.



Abb. 23. Stonyfluß-Mauer. Trennungsfugen zwischen Pfeilern und Grundplatte luftseitig.

175 cbm/Sekunde Wasserführung wurde nach der Talmitte hin durch die dort bis auf den Fels geführte Herdmauer begrenzt.

Nach zwei Tagen, am 15. Januar 1914, begann die Krone langsam bis um 30 cm zu sacken. Dann gaben fünf Pfeilerfelder von 4,57 m Achsabstand nach und wurden, sich drehend, auf rd. 46 m stromabwärts geflößt (Abb. 22 u. 23). Die Bewehrungsstäbe von 2,5 bis 4,2 m Länge und 22 mm Durchmesser, die an den Enden nicht umgebogen waren, wurden ohne zu brechen und ohne eine Spur anhaftenden Betons aus der wasserseitigen Betondecke herausgezogen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1914, S. 488. Engin Rec. Bd. 69, S. 115 und 187.)

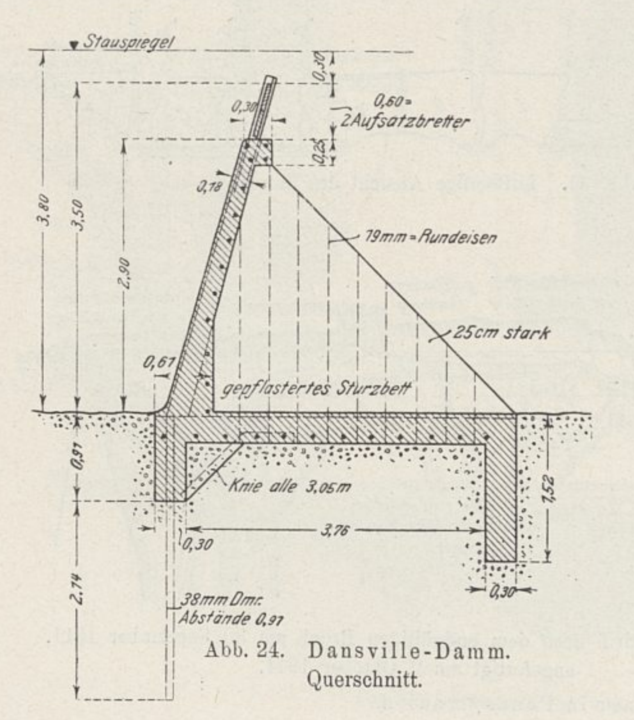


Abb. 24. Dansville-Damm. Querschnitt.

Das Dansville-Wehr besteht aus einer ebenen auf dem festen Kies gegründeten bewehrten Betonplatte von 4,35 m Breite und 37 m Länge, eingeschlossen von zwei Herdmauern, von denen die luftseitige auch noch 60 cm tiefer greift als die wasserseitige. Auf der wasserseitigen Kante

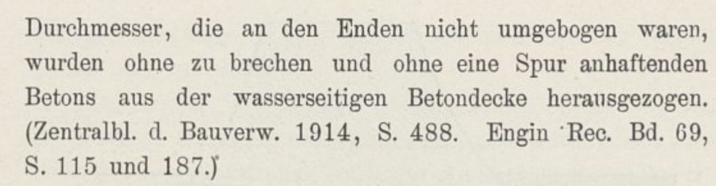


Abb. 25. Wasserseitige Ansicht.

Abb. 25 u. 26. Austin-Damm im Kolorado-Fluß. Am 7. April 1900 zerstört.

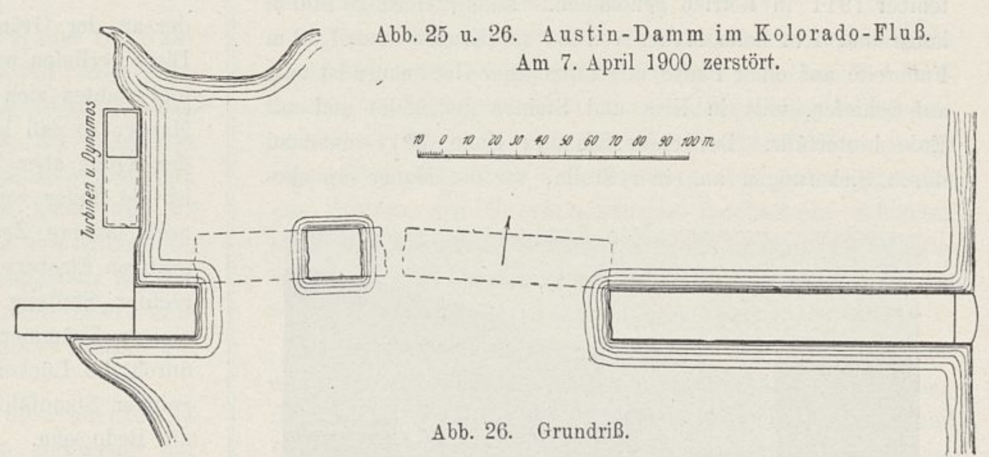


Abb. 26. Grundriß.

steht eine 2,9 m hohe, gleichfalls bewehrte Platte etwa 1 auf 3,5 Höhe bergseitig geneigt und durch Strebepfeiler in 3,05 m Abständen abgestrebt (Abb. 24)[9]. Obgleich in der Grundplatte einige Entwässerungslöcher angebracht waren, hob der Auftrieb des eingesperrten Wassers am zweiten Tage nach dem Einstau am 25. Dezember 1909 die Platte in die Höhe und führte drei Felder nebst der angrenzenden Freiflut auf 15 m talabwärts. Beide Herdmauern wurden abgeschoren.

Daß diesem Schicksal sogar wehrartige Mauern verfallen können, beweist der Bruch des alten Austinwehres Kolorado (Abb. 25 u. 26). Nachdem Unterspülungen und Senkungen schon länger beobachtet waren, widerstand die 20 m hohe Mauer noch einer Überströmung von 3 m Höhe und wurde erst auf 150 m Länge 30 m flußabwärts hinweggeschoben, als das Wasser 3,35 m über Krone stieg. Der Felsuntergrund ist bis auf mehrere Fuß unter Gründungssohle hinweggefegt, die Mauer selbst bis auf einen Klotz zerkleinert und hinweggeführt. Sie hat bis zum 7. April 1900 etwa 7 Jahre gestanden.

Von zwei kleineren Mauern wird im Engin. Rec. Bd. 65, S. 94 und S. 179 behauptet, der Eisdruck habe sie hinweggeschoben.

Die eine am Saranacfluß N. Y., bestehend aus zwei Verblendmauern mit einer Beton- und Steinausfüllung, 45 m lang und 14 m hoch, bewegte sich nach 17jährigem Bestand am 16. Januar 1912 im Überfall auf 25 m Länge

9) Die Abb. 24 bis 32 sind entnommen aus der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure Jahrg. 1911 und 1913.

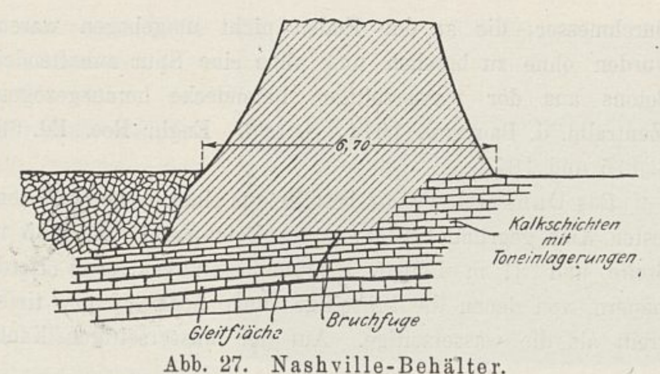


Abb. 27. Nashville-Behälter.
Querschnitt durch die Bruchstelle.

und 1,4 m Höhe etwas talabwärts. Eine Durchsickerung am Dammfuß wurde an der Stelle der ärgsten Risse nach Ablassen des Wassers entdeckt.

Die andere am Connedogwinetbach Pa. war im September 1911 in Betrieb genommen. Eine ┌┘-förmige 900 m lange und 4 m hohe Mauer von 61 cm Kronen und 1,22 m Fußbreite auf einer Platte mit luftseitiger Herdmauer ist teils auf Schiefer, teils in Kies und Steinen gegründet und mit Erde hinterfüllt. Der erste Einsturz Ende 1911 entstand durch Sickerungen an einer Stelle, wo die Mauer ein ehemaliges Gefluter kreuzt. In der Nacht vom 17. Januar wurden etwa 90 m Länge hinweggeschoben und umgekippt.



Abb. 28. Zerstörung der Austin-Sperrmauer.
Blick talabwärts durch die östliche Durchbruchstelle.

Außerordentlich klar und anschaulich ist der Vorgang des Hinweggleitens auf der durchfeuchteten Grundfläche beim Bruch des Nashville-Behälters Tennessee und der Austin-Sperrmauer Pa. zu erkennen.

Der erstere, ein Trinkwasserbehälter von 95 000 cbm Inhalt, wurde 1887 in elliptischer Grundrißform auf der abgetragenen Kuppe eines Hügels erbaut. An einer Randstelle, wo die Kalkschichten mit Toneinlagerung auf 3 bis 4° bergabwärts fallen (Abb. 27), wich die Umfassungsmauer auf 50 m Länge, nachdem sich schon lange vorher zahlreiche Sickerungen gezeigt hatten, am 4. November 1912. Z. d. V. d. I. 1913, S. 1189.

Ebenso wie die Nashvillemauer nahm auch die Austinmauer (Abb. 28 bis 32) bei ihrer Verschiebung am 23. Juni 1910 und ihrem Einsturz am 30. September 1911 einen Teil der an der Gründungsfläche anhaftenden Felsschichten mit. Diese verliefen wagerecht mit Schiefer- und Toneinlagerungen und stauten sich bei der ersten Verschiebung am Fuße der Mauer, so daß hier die größte Ausbauchung nur 46 cm, in der Krone aber 74 cm betrug. In dieser ungünstigen Lage ist die Mauer von 9,14 m Fußbreite unter 12,8 m Staudruck noch längere Zeit im Betrieb gewesen. Selbst beim endgültigen Einsturz ist der größte Teil der Mauerstücke in aufrechter Stellung fortgeschoben worden und das Umkippen einiger Trümmer wohl nur durch die lebendige Kraft des durch die Lücken strömenden Wassers veranlaßt. Von mangelnder Standfähigkeit des Querschnitts kann da wohl kaum die Rede sein.

Das Fehlen der luftseitigen Fußspitze des Querschnitts — die Mauer ist daselbst unterhalb Gelände senkrecht begrenzt —, dem Link im Z. d. B. 1912, S. 37 mit Rücksicht auf den „Unterdruck" eine große Wichtigkeit beimißt, — hat also gar keinen Einfluß auf die Standfähigkeit gehabt. Eher ist anzunehmen, daß diese Fläche der Mauer ein günstiges Auflager gegen den Wasserdruck geboten hat. Dagegen werden zwei kurz nach Vollendung der Mauer im Dezember

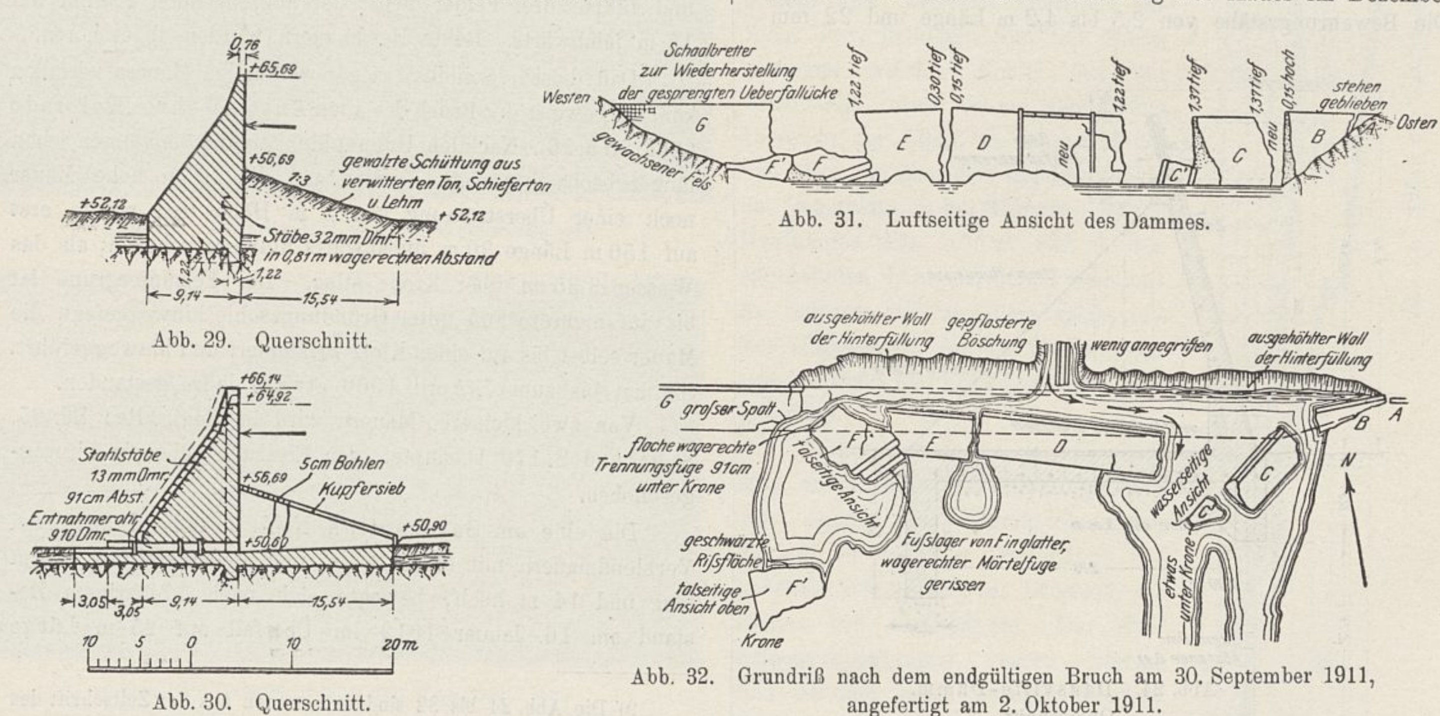


Abb. 29. Querschnitt.

Abb. 30. Querschnitt.

Abb. 31. Luftseitige Ansicht des Dammes.

Abb. 32. Grundriß nach dem endgültigen Bruch am 30. September 1911, angefertigt am 2. Oktober 1911.

Abb. 28 bis 32. Austin-Sperrmauer in Pennsylvanien.

1909 bei leerem Becken eingetretene senkrechte Temperaturrisse in Verbindung mit den im Flußbett beobachteten zahlreichen Quellungen das Abschieben der Mauer erleichtert haben.

Als Ursache des Bruches des Behälters von Sonzier am 6. November 1888 nach einjährigem Betrieb weist Intze einen zu schwachen Querschnitt nach. Er erwähnt indessen ausdrücklich, daß die ausgebrochene Wand auf Erdgrund gestanden, so daß mit großer Wahrscheinlichkeit auch hier die mangelnde Widerstandsfähigkeit der Gründungsfuge die erste Ursache des Bruches war.

Zu C.

Die Beispiele zu C zeigen die Gleitbewegung als Einleitung der Zerstörung, die sich aber dann nicht in der Gründungsfuge, sondern in dem überanstrengten eigentlichen Sperrmauerkörper fortsetzt.

Die Staumauern von Grosbois (Abb. 33) und von Chazilly (1830 bis 38) auf starken Liastonbänken mit vielen Spaltflächen gegründet, zeigten die elastischen Eigenschaften ihres Untergrundes durch wagerechte Bewegungen mit steigenden und fallendem Staudruck, wobei wellenförmige Ausbauchungen und infolgedessen Risse entstanden. Einer Zerstörung ist durch Strebepfeiler und Dichtungsarbeiten mit Erfolg vorgebeugt. Die Maßnahmen dürften aber wenigstens bei der Chazilly-Mauer nicht voll befriedigt haben, denn diese wurde in neuerer Zeit durch einen Gegendamm noch weiterhin gesichert (Ann. d. p. e. ch. 1905 III).

Die Staumauer von Lampy, 1777 bis 1780 erbaut (Abb. 34 u. 35) angeblich auf Felsen gegründet, von vornherein mit Strebepfeilern versehen, bauchte auf 100 m Länge um 3 cm aus.

Ebenso die Mauer von Lavezze im Tal des Gorzente, 1882 auf Serpentin der unteren Trias gegründet und nach einem Kreisbogen gekrümmt. Kronenbreite 4 m, Basisbreite 38,5 m, Stauhöhe 37 m. Der verschobene Teil der Mauer mußte erneuert werden.

Die Mauer von Mutha (Poona, Indien) (Abb. 36) von polygonalem Grundriß, 1560 m lang, wurde durch einen luftseitig dagegengeschütteten Erddamm verstärkt, nachdem Strebepfeiler sich als nicht ausreichend erwiesen hatten.

Die Staumauer von Bouzey (Abb. 37 u. 38) trennte sich trotz einer größten Gründungstiefe von 17 m unter Talsohle, drei Jahre nach ihrer Vollendung, von der noch 2 bis 6 m tiefer reichenden Herdmauer. Der Stauspiegel lag 3,3 m unter Krone, als die Mauer auf 135 m Länge auf der Sohle gleitend mit einem Pfeil von 0,28 m im mittleren Teile ausbauchte.

An den Enden der Verschiebung entstanden die Risse I, II, III und VIII, IX, IX^a, in der Mitte die Risse IV, V, VI. Der Grundriß unter Abb. 38 zeigt deutlich die wagerechte „Trägerbeanspruchung" der geraden Mauer und die Öffnungsrichtung der senkrechten Fugen.

Das Strebenmauerwerk der Wiederherstellungsarbeiten (Abb. 38) verrät ebenso wie bei Grosbois und Chazilly unverkennbar die Absicht diesen Biegungsbeanspruchungen entgegenzuwirken. Trotzdem der quarzige Sandstein eine geringe eigene Festigkeit besaß und das Bindemittel der wagerechten von Spalten und Toneinlagerungen durchsetzten Schichten noch viel weniger widerstandsfähig war, gelang es, den Bewegungen eine Grenze zu setzen. Die Sickerungen wurden von 350 auf 100 Sekundenliter vermindert.

Die Mauer hielt nach Vornahme der Ausbesserungsarbeiten noch weitere fünf Jahre und überstand den besonders harten Winter 1894/95. Dann aber brach der an und für sich schwache, durch die wagerechten Biegungsbeanspruchungen überanstrengte und durch den Eingriff des Strebenmauerwerks weiterhin geschwächte Querschnitt in einer Fuge, welche außerdem noch die Grenzfläche zweier Bauabschnitte bildet. Der obere Teil der Mauer stürzte am 27. April 1905 halb gleitend, halb kantend auf 171 m Länge und 12 m Höhe talabwärts.

Ein ähnliches Bild der Zerstörung zeigen die Sperrmauern der Habra (Abb. 40 bis 44) und von Grands Cheurfas in Algier (Abb. 39).

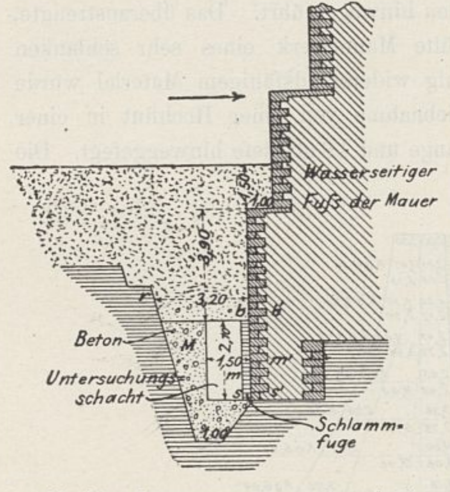


Abb. 33. Staumauer von Grosbois. Schlammfuge.

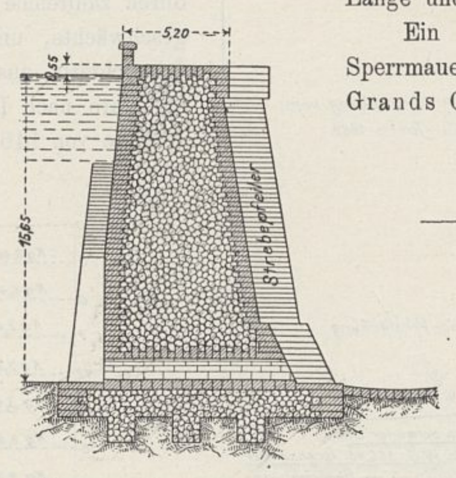


Abb. 34. Staumauer von Lampy. Querschnitt. 1 : 390.

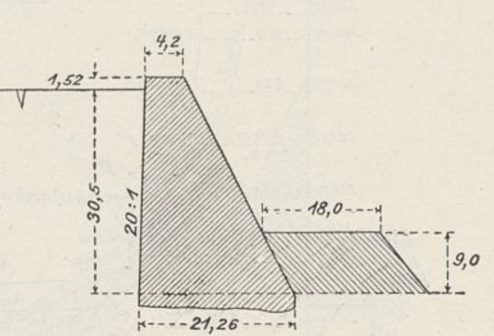


Abb. 36. Staumauer von Mutha. Querschnitt.

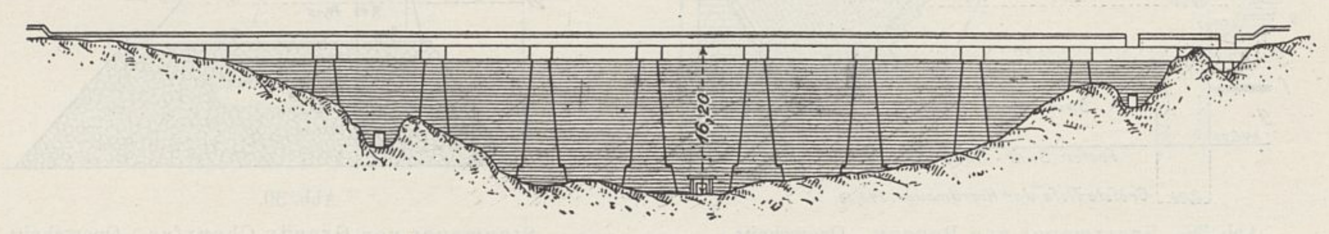
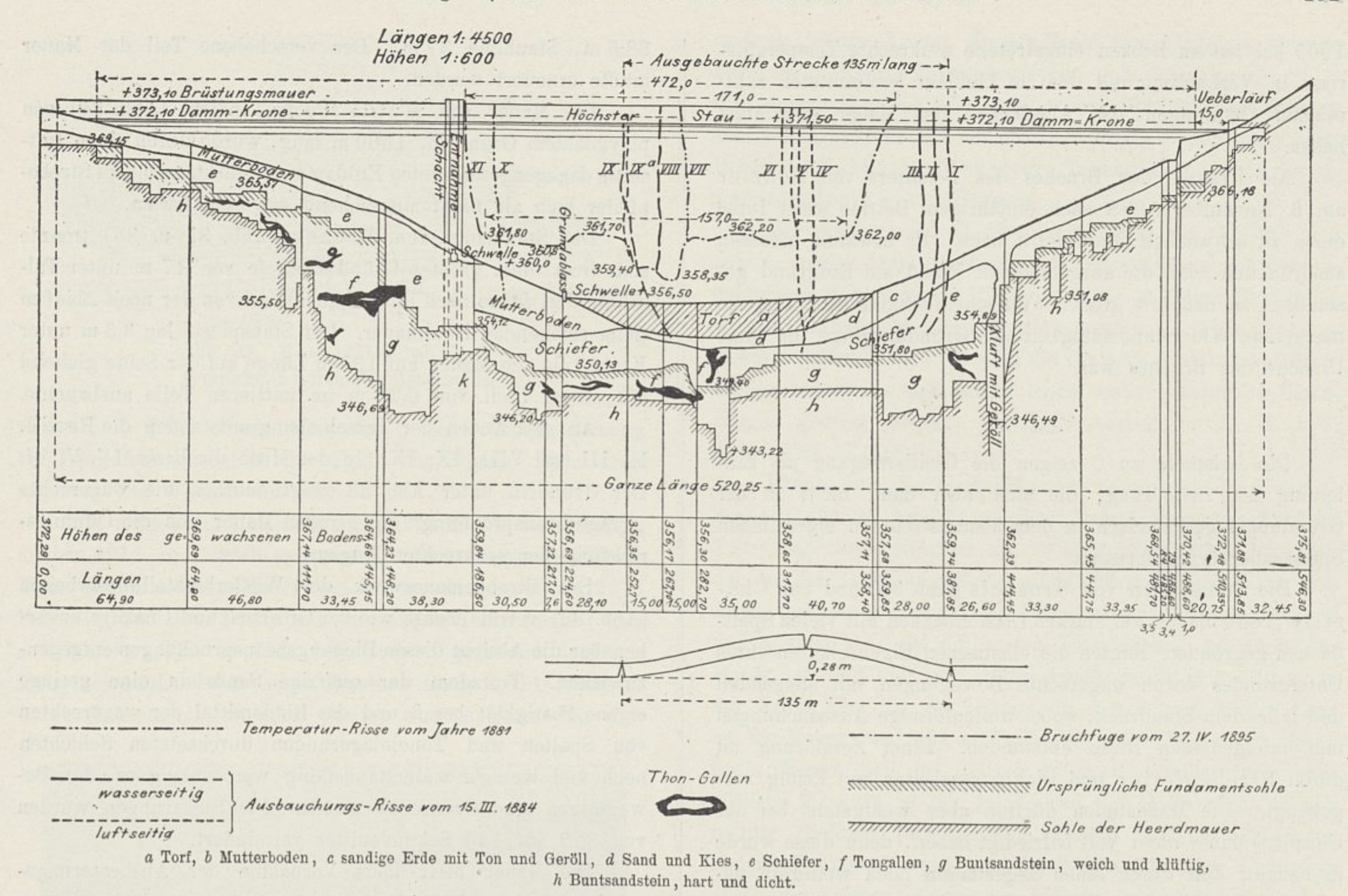


Abb. 35. Staumauer von Lampy. Luftseitige Ansicht. 1 : 800.



a Torf, b Mutterboden, c sandige Erde mit Ton und Geröll, d Sand und Kies, e Schiefer, f Tongallen, g Buntsandstein, weich und klüftig, h Buntsandstein, hart und dicht.

Abb. 37. Sperrmauer von Bouzey. Wasserseitige Ansicht.

Sandsteinschichten von geringer Mächtigkeit überlagerten im Habratale, mit einem Einfallen von 15° talabwärts, Tonschieferschichten mit einem gleich gerichteten Einfallen von 45°. Aus der Gründungsfläche der Mauer mußten Toneinlagerungen bis zu großen Tiefen entfernt werden. Beträchtliche Durchsickerungen am rechten Hange, begünstigt durch eine Verwerfungsspalte, verursachten eine Lockerung und ein Nachgeben in der Gründungsfläche hauptsächlich am Zusammenstoß der Flügelmauer mit der Hauptmauer. Eine Trennung derselben erfolgte in der späteren Bruchfuge. Der Ton erweichte in Berührung mit dem Sperrwasser und wurde durch zahlreiche Quellen hinweggeführt. Das überanstrengte, geschwächte, unterspülte Mauerwerk eines sehr schlanken Querschnitts aus wenig widerstandsfähigem Material wurde elf Jahre nach Inbetriebnahme von einer Hochflut in einer Bresche von 140 m Länge und 18 m Tiefe hinweggefegt. Die

Abb. 38. Sperrmauer von Bouzey. Querschnitt.

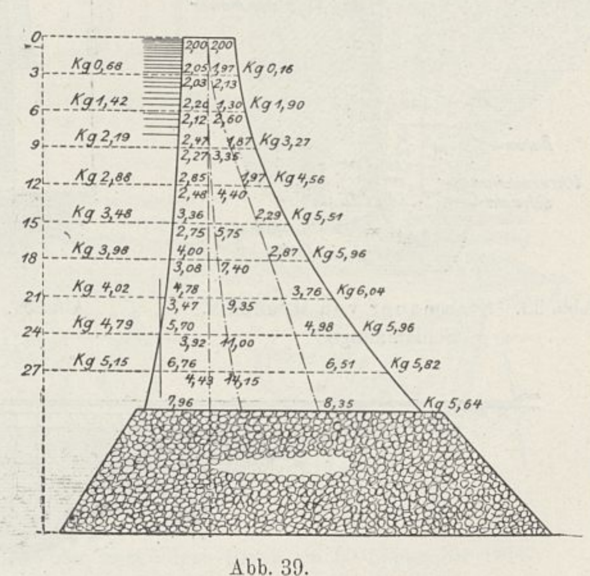


Abb. 39. Staumauer von Grands Cheurfas. Querschnitt.

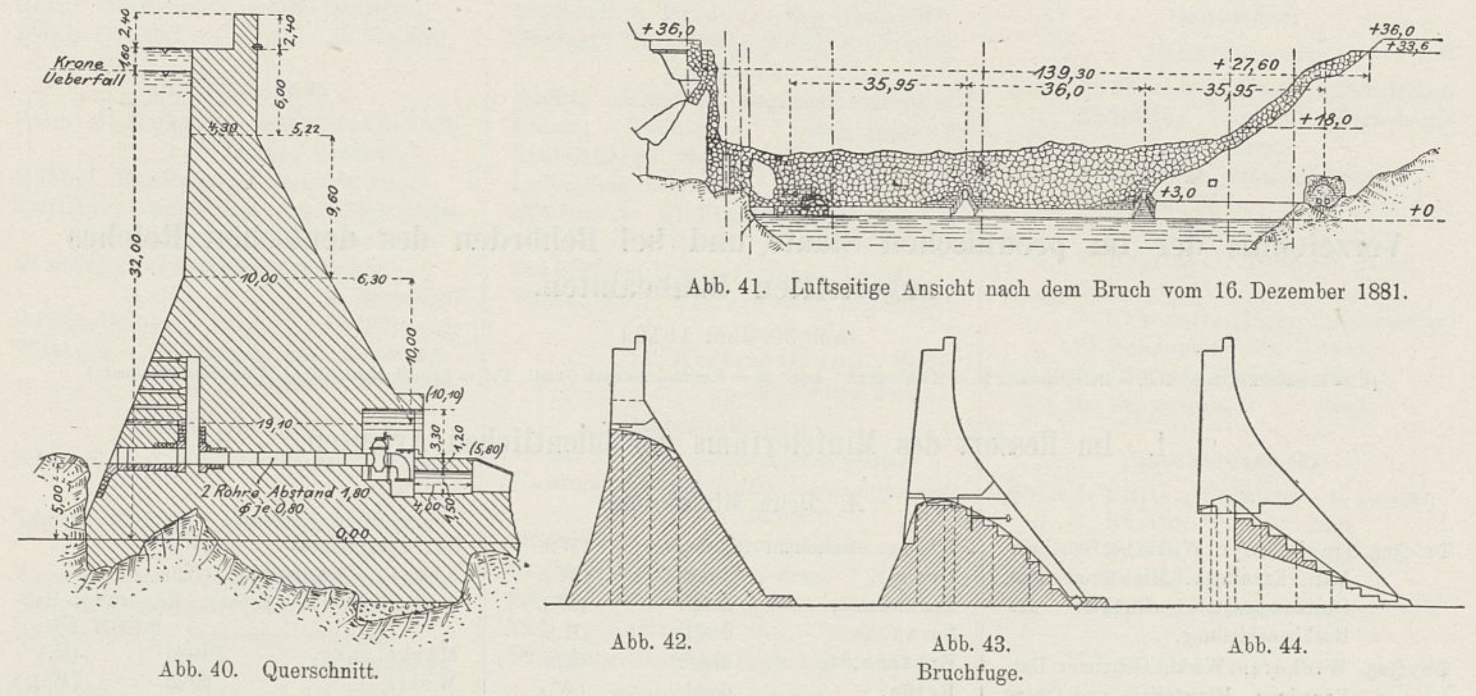


Abb. 40. Querschnitt.

Abb. 41. Luftseitige Ansicht nach dem Bruch vom 16. Dezember 1881.

Abb. 42. Abb. 43. Bruchfuge. Abb. 44.

Abb. 40 bis 44. Staumauer im Habratale (Algier).

Bruchquerschnitte zeigen in ihrer Höhenlage und im Verhältnis zur Mauerhöhe eine unverkennbare Ähnlichkeit mit denen von Bouzey.

Die Staumauer von Grands Cheurfas (Abb. 39) erhebt sich auf dem Rücken einer antiklinalen Falte miocänen Kalksteins mit abwechselnd tonigen und mergeligen Schichten geringer Festigkeit. Am rechten Talhang war die Schichtung gestört und von sandgefüllten Spalten durchsetzt. Diese gaben gleich bei der Füllung im Januar 1885 zu Quellbildungen und schon am 8. Februar zum Einsturz des Talhanges und einer Mauerlänge von 10 m Veranlassung. Der Beckeninhalt von Grands Cheurfas ergoß sich in das unterhalb gelegene Staubecken von St. Denis du Sig. Dessen schwache Mauer hielt stand, bis die Überfallhöhe 5,4 m über Mauerkrone erreicht hatte.

Die Mauer von St. Denis auf den Resten uralter Staumauern errichtet, war dicht, bis die in den Mergel des Baugrunds eingelagerten Tonbänke im Laufe einiger Jahre hinweggespült waren. Die Schichtungsfugen talaufwärts der Sperre wurden durch eine widerholt verlängerte Mauerwerkdecke zu schließen versucht, die also wohl kaum ihren Zweck in gewünschter Weise erfüllte.

Der Einsturz der Mauer hatte aber mit diesen Sackungen nichts zu tun. Es ist im Gegenteil zu verwundern, welch großen Widerstand der Querschnitt der Überströmung infolge des Bruchs der oberen Mauer entgegensetzte.

(Schluß folgt.)

Verzeichnis der im preußischen Staate und bei Behörden des deutschen Reiches angestellten Baubeamten.

(Am 30. Juni 1916.)

[E. = Eisenbahnbaufach, Haf. = Hafenbauamt, H. = Hochbaufach (-amt), M. = Maschinenbaufach (-amt), Pol. = Polizeibauamt, W. = Wasserbaufach (-amt).]

I. Im Ressort des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

A. Beim Ministerium.

Dr.-Ing. Hinckeldeyn, Wirklicher Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor, Direktor der Hochbauabteilung.

Dr.-Ing. Wichert, Wirkl. Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor, Direktor der Abteilung f. d. masch.-techn. Angelegenheiten der Verwaltung der Staatseisenbahnen.

Dorner, Ministerial- und Oberbaudirektor, Direktor der Abteilung für die bautechnischen Angelegenheiten der Verwaltung der Staatseisenbahnen.

Dr.-Ing. Sympher, Ministerial- und Oberbaudirektor, Technischer Direktor der Wasserbauabteilung.

a) Vortragende Räte.

Dr.-Ing. Dr. Thür, Wirkl. Geheimer Oberbaurat (H.).
Dr.-Ing. Müller (Karl), desgl. (M.).
Thoemer, desgl. (H.).
Dr.-Ing. Blum, desgl. (E.).
Dr.-Ing. Keller, desgl. (W.).
Gerhardt, desgl. (W.).
Saal, Geheimer Oberbaurat (H.).
Delius, desgl. (H.).
Rüdell, desgl. (H.).
Sprengell, desgl. (E.).
Wittfeld, desgl. (M.).
Uber, desgl. (H.).
Eich, Geheimer Oberbaurat (W.).
Brandt, desgl. (W.).
Tincauzer, desgl. (W.).
Saran, desgl. (H.).
Brosche, desgl. (E.).
Reiße, desgl. (W.).
Domschke, desgl. (M.).
Schulz (Karl), desgl. (E.).
Hoogen, desgl. (E.).
Fürstenau, desgl. (H.).
Labes, desgl. (E.).
Kunze (Bruno), desgl. (M.).
Krause (Friedrich), desgl. (E.).
Mellin, Geheimer Baurat (E.).
Kumbier, desgl. (E.).
Schultze (Friedrich), desgl. (H.).
Kraefft, desgl. (E.).
Hesse, desgl. (H.).
Ottmann, desgl. (W.).
Nakonz, desgl. (W.).
Kickton, desgl. (H.).
Meyer (Gustav), desgl. (W.).

b) Technische Hilfsarbeiter.

Truhlsen, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (M.).
Mönnich, desgl. desgl. (H.).
Schnapp, desgl. desgl. (W.).
Fasquel, desgl. desgl. (H.).
Lorenz-Meyer, desgl. desgl. (H.).
Brüstlein, Regierungs- u. Baurat (W.).
Raabe, desgl. (H.).
Rust, Baurat (W.).
Seifert, Baurat (W.).
Krause, Bauinspektor (H.).
Ackermann (Ernst), Regierungs-Baumeister (M.).
Meckelburg, desgl. (M.).
Welz, desgl. (W.).
Gehm, desgl. (H.).
Iltgen, desgl. (M.).
Frentzen, desgl. (W.).
Paxmann, desgl. (W.).
Weyand, desgl. (M.).
Urban, desgl. (E.).
Helmershausen, desgl. (W.).
Pigge, desgl. (W.).
Brecht (Gustav), desgl. (M.).
Neuhaus, desgl. (H.).
Dr.-Ing. Schinkel desgl. (W.).
Mertz, desgl. (M.).
Eichert, desgl. (E.).
Duerdoth, desgl. (E.).
Kröh, desgl. (E.).
Markert, desgl. (E.).
Steinbrecher, desgl. (E.).
Leibbrand, desgl. (E.).
Rohde, desgl. (E.).
Rudolphi, desgl. (E).
Blunck (Otto), desgl. (E.).
Martens, desgl. (E.).

c) Landesanstalt für Gewässerkunde.

Bindemann, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Ruprecht, desgl. desgl. (W.).

B. Bei dem Königlichen Eisenbahn-Zentralamt in Berlin und den Königlichen Eisenbahndirektionen.

1. Königliches Eisenbahn-Zentralamt in Berlin.

Sarre, Präsident, Wirklicher Geh. Oberbaurat.

a) Mitglieder:

Dütting, Oberbaurat.
Jahnke, desgl.
Schwarz (Hans), desgl.
Hentzen, desgl.
Herr (Friedrich), Geheimer Baurat.
Samans, desgl.
Fränkel (Emil), desgl.
Haubitz, desgl.
Loch, desgl.
Klotzbach, Regierungs- und Baurat.
Halfmann, desgl.
Schwemann, Regierungs- und Baurat.
Grund, desgl.
Höfinghoff, desgl.
Bode, desgl.
Lübken, desgl.
Wendler, desgl.
Anger, desgl.

b) Etatmäßige Regierungsbaumeister beim Eisenbahn-Zentralamt:

Dietz (Karl), Baurat.
v. Eltz-Rübenach, Regierungsbaumeister.
Deppen, desgl.
Kühne, desgl.
Dr.-Ing. Heumann, desgl.
Nordmann, desgl.
Grahl, Regierungsbaumeister.
Hentschel, desgl.
Dr.-Ing. Osthoff, desgl.
Schulze (Max), desgl.
Fortlage, desgl.
Opificius, desgl.

c) Abnahmeämter:

I. Berlin:

Neubert (Paul), Regierungsbaumeister in Berlin, Vorstand.
Rupp, desgl. in Berlin.
Niemann (Viktor), desgl. in Hannover.
Zaelke, desgl. in Hannover.
Kott, desgl. in Berlin.

Brann, Regierungsbaumeister in Görlitz.
König (Walter), desgl. in Weimar.

II. Dortmund:

Füchsel, Regierungs- und Baurat in Dortmund, Vorstand.
Hebbel, Regierungsbaumeister in Hagen.
Zwilling, Großherzogl. hess. Regierungsbaumeister in Osnabrück.
Verbücheln, Regierungsbaumeister in Dortmund.
Rammelsberg, desgl. in Dortmund.
Weskott, Großherzogl. hess. Regierungsbaumeister in Cassel.

III. Düsseldorf:

Husham, Regierungs- u. Baurat in Düsseldorf, Vorstand.
Eggers (Heinrich), Regierungsbaumeister in Metz.
Wagner (Robert), Großherzogl. hess. Regierungsbaumeister in Mainz.
Schulz (Georg), Regierungsbaumeister in Düsseldorf.
Streuber, desgl. in Köln.

IV. Gleiwitz:

Le Blanc, Regierungsbaumeister in Gleiwitz, Vorstand.
Boehme (Herm.), desgl. in Breslau.
Grützner, desgl. in Breslau.

2. Königliche Eisenbahndirektion in Altona.

Direktionsmitglieder:

Büttner (Paul), Oberbaurat.
Hartmann (Richard), desgl.
Meyer (Max), desgl.
Kaufmann, Geheimer Baurat.
Schreiber, desgl.
Galmert, desgl.
Hartwig (Theodor), desgl.
Schäfer (Heinrich), Regierungs- und Baurat.
Merling, desgl.
Heinemann (Fritz), desgl. (siehe auch Betriebsamt Hamburg).
Alexander, Regierungs- und Baurat.
Thimann, desgl.
Koch (Heinrich), Großherzogl. hessischer Regierungs- und Baurat.
Haage, Regierungs- und Baurat
Schmidt (Antonio), desgl. (H.).
Winkelmann, Regierungs- und Baurat (siehe auch Betriebsamt Flensburg 2).

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Ehlers, Regierungsbaumeister.
Bohnhoff, desgl.
Budde, desgl.
Frenzel, desgl.

Mock, Regierungsbaumeister in Kiel.
Kraft (Christian), desgl. in Itzehoe.
Becker (Heinrich), desgl. in Flensburg.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Altona: Koester (Franz), Reg.-Baumeister.
Flensburg 1: Schreinert, Geheimer Baurat.
„ 2: Winkelmann, Regierungs- und Baurat.
Glückstadt: v. Braunek, Reg.-Baumeister.
Hamburg: Heinemann (Fritz), Regierungs- und Baurat.
Harburg: Hampke, Regierungsbaumeister.
Husum: Hennig, desgl. (auftrw.).
Kiel: Bühren, Regierungsbaumeister.
Ludwigslust: Finkelde, desgl.
Neumünster: Stahlhuth, Regierungs- und Baurat.
Bad Oldesloe: Bischoff (Otto), desgl.
Wittenberge 1: Dietz (Hubert), Regierungsbaumeister.
„ 2: Krzyzankiewicz, Regierungs- und Baurat.

Maschinenämter:

Altona: Freund, Regierungsbaumeister.
Flensburg: Krüger (Otto), Regierungs- und Baurat.
Glückstadt: Ahlf, Regierungsbaumeister.
Hamburg: Riemer, desgl.
Harburg: Pieper (Paul), Reg.- und Baurat.
Kiel: Karitzky, desgl.
Wittenberge: Gaedke, Regierungsbaumeister.

Werkstättenämter:

Harburg: Kiehl, Regierungs- und Baurat.
Neumünster: a) N. N.
b) Schröder (Joh.), Regierungsbaumeister.
Wittenberge: a) Israel, desgl.
b) Bardtke, desgl.

3. Königliche Eisenbahndirektion in Berlin.

Direktionsmitglieder:

Suadicani, Ober- und Geheimer Baurat.
Falke, desgl.
Lehmann (Hans), Oberbaurat.
Schwandt, Geheimer Baurat.
Schwartz (Ernst), desgl. (H.).
Schwarz (Karl), Geheimer Baurat.
Rischboth, Regierungs- und Baurat.
Kette, desgl.
Wehde, desgl.
Schlesinger, desgl.
Reichard (Friedrich), desgl.
Nixdorff, desgl.
Scheer, desgl.
Roudolf, desgl.
Sarrazin (Hermann), desgl.
Zander, desgl.
Schneider (Fritz), desgl.
Cornelius (Karl), desgl. (H.).
Meinecke, Regierungs- und Baurat.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Hillenkamp, Reg.-Baumeister (beurlaubt).
Wesemann, Regierungsbaumeister.
Wechmann, desgl.
Müller-Artois, desgl. (beurlaubt).
Risch, Regierungsbaumeister.
Jans, desgl.
Lorenz (Otto), desgl.

Wirth, Regierungsbaumeister in Nauen.
Türcke, desgl. in Berlin.
Brandt, desgl. in Oranienburg.
Dr.-Ing. Schütz (Heinrich), desgl. in Berlin-Pankow.
Nordhausen (Walter), desgl. in Michendorf.
Fröhlich (Wilhelm), desgl. in Berlin.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Berlin 1: Spiesecke, Regierungsbaumeister.
„ 2: Müller (Gerhard), Regierungs- und Baurat.
„ 3: Settgast, Geheimer Baurat.
„ 4: Riebensahm, Regierungs- und Baurat.
„ 5: Boettcher, Geheimer Baurat.
„ 6: Jeran, desgl.
„ 7: Chausette, Regierungsbaumeister.
„ 8: Behrens (Willi), desgl.
„ 9: Lieffers (Robert), desgl.
„ 10: Lippmann, desgl.

Maschinenämter:

Berlin 1: Stiller, Regierungs- u. Baurat.
„ 2: Burtin, desgl.
„ 3: Splett, desgl.
„ 4: Kohlhardt, desgl.
„ 5: Messerschmidt, desgl.

Werkstättenämter:

Berlin 1: a) Patrunky, Geheimer Baurat.
b) Schmelzer, Regierungsbaumeister.
„ 2: a) Wehner, Geheimer Baurat.
b) Proske, Regierungsbaumeister.
c) Reinitz, desgl.
Grunewald: a) Cordes, Geheimer Baurat.
b) Gutbrod, Regier.- u. Baurat.
Potsdam: a) Schmidt (Friedrich), Regierungs- und Baurat.
b) Meyeringh, desgl.
Tempelhof: a) Rosenthal (Max), Regierungs- und Baurat.
b) Zinkeisen, Regierungsbaumeister.
c) Nellessen, Regier.- u. Baurat.

4. Königliche Eisenbahndirektion in Breslau.

Direktionsmitglieder:

Wagner, Ober- und Geheimer Baurat.
Werren, Oberbaurat.
Leonhard, desgl.
Backs, Geheimer Baurat.
Hellmann (Karl), desgl.
Seyberth, desgl.
Rietzsch, desgl.
Epstein, Regierungs- und Baurat.
Schramke (Richard), desgl. (H.).
Petzel, Regierungs- und Baurat.
Büttner (Max), desgl.
Zoche, desgl.
Schweimer, desgl. (auftrw.).
Sievert (Günther), Regierungs- u. Baurat.
Wilke (Albert), desgl.
Schäfer (Wilhelm), Regierungsbaumeister (auftrw.).

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Pösentrup, Regierungsbaumeister.
Koenig (Hugo), desgl. (H.).
Kleinow, Regierungsbaumeister.
Keßler (Johann), desgl. (beurlaubt).
Brieskorn, Regierungsbaumeister.

Schaepe, Regierungsbaumeister in Breslau.
Katz, desgl. in Breslau.
Eckert, desgl. (H.) in Görlitz.
Usbeck, Regierungsbaumeister in Hirschberg.
Brühl-Schreiner, desgl. in Liegnitz.
Böhme (Johannes), desgl. in Breslau.
Röbe, desgl. in Breslau.
Zoller, desgl. in Neurode.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Breslau 1: Bathmann, Regierungsbaumstr.
„ 2: Prelle, Regierungs- und Baurat.
„ 3: Sluyter, Geheimer Baurat.
„ 4: Degner, desgl.
Brieg: Bon, Regierungs- und Baurat.
Glatz: Böttrich, desgl.
Görlitz 1: Gullmann, desgl.
„ 2: Wallwitz, desgl.
Hirschberg: Sauer (Theodor), desgl.
Liegnitz 1: Klostermann, desgl.
„ 2: Schroeter (Oskar), Geh. Baurat.
Löwenberg: Wilde, Regierungs- und Baurat.
Neiße: Buchholz (Richard), Geh. Baurat.
Schweidnitz: Ahlmeyer, Regier.- u. Baurat.
Sorau: Capelle, desgl.
Waldenburg: Dr. phil. Schrader, Regierungsbaumeister (auftrw.).

Maschinenämter:

Breslau 1: v. Strenge, Regier.-Baumeister.
„ 2: Müller (Alfred), Reg.- u. Baurat.
Görlitz: Ruthemeyer, Regierungsbaumeister.
Liegnitz: Linack, Regierungs- u. Baurat.
Neiße: Queitsch, desgl.
Sagan: v. Bichowsky, Geheimer Baurat.

Werkstättenämter:

Breslau 1: a) Uhlmann, Geheimer Baurat.
b) Bredemeyer, Reg.-u. Baurat.
c) Zugwurst, Reg.-Baumeister.
„ 2: a) Weddigen, Reg.- u. Baurat.
b) Wieszner, Reg.-Baumeister.
„ 3: Fabian, desgl.
„ 4: a) Bruck, Regier.- u. Baurat.
b) Tromski, Reg.-Baumeister.
Lauban: Fillié, desgl.
Oels: Cohn, desgl.

5. Königliche Eisenbahndirektion in Bromberg.

Direktionsmitglieder:

Ortmanns, Oberbaurat.
Hossenfelder, Geheimer Baurat.
Berndt, desgl.
Köhler (Robert), Regierungs- und Baurat.
Schramke (Franz), desgl.
Nebelung (Hans), desgl.
Jacobs, desgl.
Ziehl, desgl.
Marutzky, desgl.
Göhner, desgl.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Schulzendorf, Reg.-Baumeister (beurlaubt).
Irmer, Regierungsbaumeister.

Verlohr, Regierungsbaumeister in Küstrin.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Bromberg: Neubert (Fritz), Regierungsbaumeister.
Gnesen 1: Hansen (Andreas), desgl.
Hohensalza: Menzel (Albert), Regierungs- und Baurat.
Küstrin: Lichtenfels, Regier.-Baumeister.
Posen 1: Jahn, Regierungs- u. Baurat.
Schneidemühl 1: Wolff (William), Regierungsbaumeister.
„ 2: Rüppell, Regierungs- u. Baurat.
Soldin: Schlonski, Geheimer Baurat.
Stargard 1: Meyer (Bernhard), Regierungs- und Baurat.
Thorn: Sauermilch, Regierungsbaumeister.
Wongrowitz 1: Lehmann (Paul), desgl.
„ 2: Rexilius, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.

Maschinenämter:

Bromberg: Keßler (Otto), Regierungsbaumeister.
Schneidemühl 1: Lüders, desgl.
„ 2: Sellge, desgl. (auftrw.).
Thorn: Dr.-Ing. Martens, desgl.

Werkstättenämter:

Bromberg: a) Jaeschke, Reg.-Baumeister.
b) Sußmann, desgl.
Schneidemühl 1: a) Davidsohn, Regierungs- und Baurat.
b) Huber, Reg.-Baumeister.
„ 2: Theiß, desgl.

6. Königliche Eisenbahndirektion in Cassel.

Direktionsmitglieder:

Bergerhoff, Oberbaurat.
Schaefer (Johannes), desgl.
Stromeyer, desgl.
Kiesgen, Geheimer Baurat.
Kloos, desgl.
Platt, desgl.
Schwidtal, desgl.
Estkowski, desgl.
Krauß (Alfred), Regierungs- und Baurat.
Wendt (Albert), desgl.
Brede, desgl.
Meyer (Hermann), desgl.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Silbereisen, Regierungsbaumeister.
Lerch, desgl.
Röttcher, desgl. (H.).
Rothmann, desgl.

Gellhorn, Reg.-Baumeister in Cassel.
Lubeseder, desgl. in Korbach.
Wischmann, desgl. in Cassel.
Köppe, desgl. in Göttingen.
Schumacher, desgl. in Paderborn.
Sommer (Konrad), desgl. in Nordhausen.
de Jonge, desgl. in Göttingen.
Luther (Martin), desgl. in Witzenhausen.
Rosien, desgl. in Seesen.
Strohmayer, desgl. in Paderborn.
Leopold, desgl. in Cassel.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Cassel 1: Schulze (Rudolf), Geh. Baurat.
„ 2: Pommerehne, Regierungsbaumeister.
Eschwege: Schneider (Walter), Regier.- und Baurat.
Göttingen 1: Lepère, desgl.
„ 2: Lund, Geheimer Baurat.
Korbach: Stüve, Regierungsbaumeister.
Marburg: Borggreve, Geheimer Baurat.
Nordhausen 1: Masur, Regierungsbaumeister.
„ 2: Brill, Geheimer Baurat.
Paderborn 1: Holtermann, Regierungs- und Baurat.
„ 2: Menne, Regierungsbaumeister.
Seesen: Schlott, desgl.
Warburg: Süß, desgl.

Maschinenämter:

Cassel: Harprecht, Regierungsbaumeister.
Göttingen: Mayer (Oskar), Regierungs- und Baurat.
Nordhausen: Albinus, desgl.
Paderborn: Brosius, desgl.
Warburg: Hellwig, Regierungsbaumeister.

Werkstättenämter:

Cassel: a) N. N.
b) Hellmann (Ludwig), Regierungs- und Baurat.
Göttingen: Regula, Regierungsbaumeister.
Paderborn: a) Schweth, desgl.
b) Moeller (Emil), Großherzogl. hess. Regierungsbaumeister.

7. Königliche Eisenbahndirektion in Danzig.

Dr.-Ing. Rimrott, Präsident.

Direktionsmitglieder:

Heeser, Oberbaurat.
Meinhardt, Geheimer Baurat.
Rhotert, desgl.
Marcuse, Regierungs- und Baurat.
v. Busekist, desgl.
Kuntze (Karl), desgl.
Stockfisch, desgl.
Kleitsch, desgl.
Graebert, desgl.
Frederking, desgl.
Haupt, desgl.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Lehmann (Erich), Regierungsbaumeister.
Eitner, desgl. (H.).

Popcke, Regierungsbaumeister in Pollnow.
Deiß, desgl. in Riesenburg.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Danzig: Sieh, Eisenbahndirektor.
Dirschau 1: Haack, Regierungsbaumeister.
„ 2: Blau, desgl.
Deutsch Eylau 1: Nordhausen (Paul), desgl.
„ „ 2: Lodemann, desgl.
Graudenz: Senffleben, desgl.
Köslin: Claus, desgl.
Konitz 1: Schröder (Ludwig), Regierungs- und Baurat.
„ 2: Kraus, desgl.
„ 3: N. N.

Lauenburg: Gödecke, Regierungsbaumeister.
Marienwerder: Lüttmann, desgl.
Neustettin: Prang, desgl.
Stolp: Wickmann (Berthold), Regierungs- und Baurat.

Maschinenämter:

Danzig: Klein, Regierungsbaumeister.
Dirschau: Wangnick, desgl.
Graudenz: Baldamus, Regierungs- u. Baurat.
Konitz: Böttge, Regierungsbaumeister.
Stolp: Exner (Arthur), desgl.

Werkstättenämter:

Danzig: Crayen, Regierungsbaumeister.

8. Königliche Eisenbahndirektion in Elberfeld.

Hoeft, Präsident, Wirklicher Geh. Oberbaurat.

Direktionsmitglieder:

Meyer (Ignaz), Oberbaurat.
Geber, desgl.
Krause (Otto), Ober- und Geheimer Baurat.
Busmann, Geheimer Baurat.
Löbbecke, desgl.
Kobé, desgl.
Prött, Regierungs- und Baurat.
Bund, desgl.
Stephani, desgl.
Rosenfeld (Martin), desgl.
Benner, desgl.
Priester, Großh. hess. Regier.- und Baurat.
Weber (Wilhelm), Regierungs- und Baurat.
Weigelt, desgl.
Cuny, desgl. (H.).
Fritsche, Regierungs- und Baurat.
Riedel, desgl.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Kleemann, Regierungsbaumeister.
Gengelbach, desgl.
Hammer (August), desgl.

Zietz, Regier.-Baumeister in Dieringhausen.
Fritzen, desgl. in Düsseldorf.
Brosig, desgl. in Plettenberg.
Hartmann (Franz), desgl. in Olpe.
Krüger (Paul), desgl. in Düsseldorf.
Franz, desgl. in Brügge.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Altena: Schürg, Regierungs- u. Baurat.
Arnsberg: Pietig, desgl.
Köln-Deutz 2: Grevemeyer, Geh. Baurat.
Düsseldorf 1: Schröder (Nikolaus), Regierungs- und Baurat.
„ 2: Metzel, desgl.
Elberfeld 1: Prange, desgl.
„ 2: Schäfer (Tobias), Regierungsbaumeister.
Hagen 1: Seiffert (Johannes), desgl.
„ 2: Rettberg, desgl.
„ 3: Pirath (Wilh.), desgl. (auftrw.).
Lennep: Willigerod, Regier.- u. Baurat.
Olpe: Holland, desgl.
Siegen: Rump, Regierungsbaumeister.

Maschinenämter:

Altena: Werner, Regierungsbaumeister.
Düsseldorf: Velte, Regierungs- u. Baurat.
Elberfeld: Brunner, desgl.
Hagen: Fleck, Regierungsbaumeister.
Siegen: Meißel, Regierungs- u. Baurat.

Werkstättenämter:

Arnsberg: Laubenheimer, Regierungsbaumeister.
Opladen: a) Cornelius (Adolf), Regierungs- und Baurat.
b) Hangarter, Reg.-Baumeister.
c) Wegener, desgl.
Siegen: Sydow, Regierungs- und Baurat.

9. Königliche Eisenbahndirektion in Erfurt.

Direktionsmitglieder:

Bäseler-Milwitz, Oberbaurat.
Patté, desgl.
Krüger (Eduard), desgl. (auftrw.).
Fraenkel (Siegfried), Regierungs- u. Baurat.
Tackmann, desgl.
Vater, desgl.
Jacobi, desgl.
Wollner, desgl.
Marx, desgl.
Wolfhagen, desgl.
Behle, Großh. hess. Regier.- u. Baurat.
Slevogt, Regierungsbaumeister (auftrw.).

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Egert, Regierungsbaumeister.
Steinbrink (Martin), desgl. (H.).

Peine, Regierungsbaumeister in Weißenfels.
Stäckel, desgl. in Jena.
Steinbrink (Arnold), desgl. in Koburg.
Delvendahl, desgl. in Meiningen.
Geittner, desgl. in Weimar.
Täniges, desgl. in Saalfeld.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Arnstadt: Homann, Regierungsbaumeister.
Eisenach: Jochem, desgl.
Erfurt 1: Loycke (Joh.), desgl.
„ 2: Middendorf, Geheimer Baurat.
Gera: Fehling, Regierungsbaumeister.
Gotha: Wittich, Eisenbahndirektor.
Jena: Hüttig, Geheimer Baurat.
Koburg: Oppermann (Eugen), Regierungs- und Baurat.
Meiningen: Lemcke (Karl), desgl.
Saalfeld: Schürhoff, desgl.
Salzungen: Lemcke (Richard), desgl.
Weimar: Umlauff, desgl.
Weißenfels: Jaehn, Regierungsbaumeister.

Maschinenämter:

Eisenach: Hammer (Gustav), Regierungsbaumeister.
Erfurt: Ihlow, Regierungs- und Baurat.
Jena: Achard, Regierungsbaumeister.
Meiningen: Weule, Regierungs- u. Baurat.
Weißenfels: Bange, Regierungsbaumeister.

Werkstättenämter:

Erfurt: Lorenz, Regierungsbaumeister.
Gotha: a) Werthmann, Regier.- u. Baurat.
„ b) Goltdammer, Regierungsbaumstr.
Jena: Jung, Regierungs- und Baurat.
Meiningen: Helff, Regierungsbaumeister.

10. Königliche Eisenbahndirektion in Essen.

Direktionsmitglieder:

Sigle, Oberbaurat.
Weinnoldt, desgl.
Ehrich, desgl.
Pusch, desgl.
Helberg, Geheimer Baurat.
Schrader (Albert), desgl.
Broustin, desgl.
Kahler, desgl.
Müller (Karl), Regierungs- und Baurat.
Klüsche, desgl.
John, desgl.
Diedrich (Maximilian), desgl.
de Neuf, desgl.
Eppers, desgl.
Hüter, desgl. (H.).
Ernst, Regierungs- und Baurat.
Schmidt (Paul), desgl.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Linow, Baurat (beurlaubt).
Kredel, Regierungsbaumeister.
Seidenstricker, desgl.
Linnenkohl, desgl.
Ottersbach, desgl.
Ritter (Albert), desgl.

Zimmermann (Alfred), Regierungsbaumeister in Hamm (Westf.).
Havers, desgl. in Recklinghausen.
Sammet, desgl. in Duisburg.
Schachert, desgl. in Bochum.
Gremler, desgl. in Mülheim-Speldorf.
Birkholz, desgl. in Hamm (Westf.). (H.).
Mieck, desgl. in Herne.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Bochum: Wist, Regier.-Baumeister.
Dortmund 1: Hilleke, desgl.
„ 2: Kraft (Ernst), Großh. hess. Regierungsbaumeister.
„ 3: Rosenberg, Reg.- und Baurat.
Duisburg 1: Eifflaender, Regierungsbaumeister.
„ 2: Hesse, desgl.
„ 3: Falk, desgl.
Essen 1: Kasten, desgl. (auftrw.).
„ 2: Lucht, desgl.
„ 3: Sommerfeldt, Geheimer Baurat.
„ 4: Röhrs, Regierungsbaumeister.
Hamm: Zipler, desgl.
Recklinghausen: Jung, Regierungs- u. Baurat.
Wesel: v. Milewski, Geheimer Baurat.

Maschinenämter:

Dortmund 1: Eckhardt, Regierungsbaumeister.
„ 2: Althüser, Regier.- u. Baurat.
Duisburg 1: Borghaus, desgl.
„ 2: de Haas, desgl.
„ 3: Quelle, desgl.
Essen 1: Schmidt (Hermann), Regierungsbaumeister.
„ 2: Diedrich (August), Regierungs- und Baurat.

Werkstättenämter:

Dortmund 1: a) Lenz, Regierungs- u. Baurat.
b) Dr.-Ing. Skutsch, desgl.

Dortmund 2: Schievelbusch, Regierungsbaumeister.
Oberhausen: Wedell (Max), desgl.
Recklinghausen: Paehler, desgl.
Mülheim (Ruhr)-Speldorf: v. Lemmers-Danforth, Regierungs- und Baurat.
Wedau: Dr.-Ing. Wagner (Gustav), Regierungsbaumeister.
Witten: 1: Kahlen, desgl.
„ 2: Giertz, Regierungs- und Baurat.
„ 3: Voß (Johannes), Reg.-Baumeister.

11. Königliche Eisenbahndirektion in Frankfurt a. Main.

Direktionsmitglieder:

Strasburg, Oberbaurat.
Matthaei, desgl.
Liesegang, desgl.
Lohmeyer, Geheimer Baurat.
Ruegenberg, desgl.
Wegner (Armin), Geheimer Baurat (H.).
Levy, Geheimer Baurat.
Stieler, Großh. hess. Regierungs- u. Baurat.
Hansen (Johannes), Regierungs- u. Baurat.
Lüpke, desgl.
Krausgrill, desgl.
Staudt, desgl.
Klotz, desgl.
Kümmel, desgl.
Martin, desgl.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Zimmermann (Richard), Baurat.
Franken, Regierungsbaumeister.
Soder, desgl.
Bergmann (Werner), desgl.
Bloch, desgl. (beurlaubt).
Manker, Regierungsbaumeister.
Hartmann, desgl.

Westphal, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Alsfeld.
Radermacher, Regierungsbaumeister in Offenbach (Main).
Bliersbach, desgl. in Frankfurt (Main).
Endres, desgl. in Höchst (Main).
Aust, desgl. in Bebra.
Dörffer (Karl), desgl. in Offenbach (Main).
Parow, desgl. in Frankfurt (Main).
Guttstadt, desgl. in Fulda.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Betzdorf: Grimm, Regierungs- u. Baurat.
Frankfurt a. M. 1: Dr.-Ing. Tecklenburg (Kurt), Regierungsbaumeister.
„ 2: Pustau, Regier.- u. Baurat.
„ 3: Kellner, desgl.
Fulda: Lieser, Regierungsbaumeister.
Gießen 1: Dr.-Ing. Walloth, Großh. hess. Regierungsbaumeister.
„ 2: Zimmermann (Ernst), Großh. hess. Eisenbahndirektor.
Hanau: Rau, Großh. hess. Regierungsbaumeister (auftrw.).
Hersfeld: Witt, Regierungsbaumeister.
Lauterbach: Pfaff, Großh. hess. Regierungs- und Baurat.
Limburg: Gelbcke, Geheimer Baurat.
Neuwied 2: Francke (Herm.), Regierungsbaumeister.
Wetzlar: Dr. v. Ritgen, Geh. Baurat.

Maschinenämter:

Frankfurt a.M.: Pontani, Regier.- u. Baurat.
Fulda: Engelhardt, desgl.
Gießen: Staehler, desgl.
Hanau: Tesch, desgl.
Limburg: Reutener, desgl.

Werkstättenämter:

Betzdorf: Weil, Regierungsbaumeister.
Frankfurt a. M. 1: Angst, desgl.
„ 2: a) Schmitz (Wilhelm), Regierungs- u. Baurat.
b) Cohen, Reg.-Baumeister.
Fulda: Kirchhoff (Aug.), Geheimer Baurat.
Limburg: a) Boy, Regierungs- und Baurat.
b) Wilcke (Paul), Regierungsbaumeister.

12. Königliche Eisenbahndirektion in Halle a. d. Saale.

Direktionsmitglieder:

Maßmann, Oberbaurat.
Röthig, Ober- und Geheimer Baurat.
Herr (Johannes), Oberbaurat.
Schönemann, Geheimer Baurat.
Illner, Regierungs- und Baurat.
Leipziger, desgl.
Herzog (Georg), desgl.
Greve, desgl.
Bergmann (Oskar), desgl.
Schmitz (Balduin), desgl.
Grafe, desgl.
Senst, desgl.
Wolff (Otto), desgl.
Stechmann, desgl.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Hoffmann (Otto), Baurat (beurlaubt).
Foellner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor (beurlaubt).
Müller (Heinrich), Regierungsbaumeister.
Schieb, desgl.
Eyert, desgl.

Heyden (Wilhelm), Regierungsbaumeister in Halle.
Loycke (Walter), desgl. in Dessau.
Müller (Friedrich), desgl. in Torgau.
Kleist, desgl. in Halle.
Koestor (Eugen), desgl. in Halle.
Tils, desgl. in Luckenwalde.
Funke, desgl. in Merseburg.
Mann, desgl. in Senftenberg.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Dessau 1: Hädicke, Regierungs- u. Baurat.
„ 2: Röhmer (Franz), desgl.
Finsterwalde: Sonne, Regierungsbaumeister.
Halle 1: Hoese, Regierungs- u. Baurat.
„ 2: Hülsner, desgl.
Hoyerswerda: Mickel, Regierungsbaumeister.
Kottbus 1: Krolow, Geheimer Baurat.
„ 2: Michaelis (Georg), Regierungs- und Baurat.
„ 3: Rewald, Regierungsbaumeister.
Leipzig 1: Kroeber, Regierungs- u. Baurat.
„ 2: N. N.
Luckenwalde: Schroeder (Paul), Regierungsbaumeister.
Lübben: Simon (Johannes), Regierungs- u. Baurat.
Torgau: Kuhnke (Gustav), Regierungsbaumeister.
Wittenberg: Thiele (Kurt), Regierungs- und Baurat.

Maschinenämter:

Halle: Thomas, Regierungs- und Baurat.
Kottbus: Tesnow, desgl.
Leipzig: v. Glinski, Regierungsbaumeister.
Wittenberg: Füllner, Regierungs- u. Baurat.

Werkstättenämter:

Delitzsch: Krause (Emil), Regier.- u. Baurat.
Halle: a) Berthold (Otto), desgl.
b) Koch (Emil), Regierungsbaumstr.
Kottbus: a) Leske, Geheimer Baurat.
b) Schäfer (Wilh.), Regierungs- und Baurat.

13. Königliche Eisenbahndirektion in Hannover.

Direktionsmitglieder:

Démanget, Ober- und Geheimer Baurat.
Kiel, Oberbaurat.
Schayer, desgl.
Deufel, Geheimer Baurat.
Maeltzer, desgl.
Riemann, Regierungs- und Baurat.
Henkes, desgl.
Guericke, desgl.
Möller (Ernst), desgl. (H.).
Minten, Regierungs- und Baurat.
Sarrazin (Karl), desgl. (siehe auch Betriebsamt Bremen 1).
Meyer (Karl), Regierungs- und Baurat.
Wallbaum, desgl.
Modrze, desgl.
Adler, desgl.
Lohse, desgl.
Heinrich, desgl.
Ertz, desgl.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Rintelen, Regierungsbaumeister (beurlaubt).
Kreß, Regierungsbaumeister.
Wagler, desgl.
Zeitz, desgl.
Sauer (August), desgl. (beurlaubt).
Morin, Regierungsbaumeister (H.).

Gölsdorf, Regierungsbaumstr. in Löhne.
Meilicke, desgl. in Bremen.
Francke (Adolf), desgl. in Bielefeld.
Berg (Hans), desgl. in Hannover.
Lipkow, desgl. in Ahlen (Westf.).
Pückel, desgl. in Herford.
Borchert, desgl. in Hannover.
Purrucker, desgl. in Bad Oeynhausen.
Grabski, desgl. in Rheda.
Matthaeas, desgl. in Minden (Westf.).
Knoch, desgl. in Braunschweig.
Oppermann (Karl), desgl. in Geestemünde.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Bielefeld: Hofmann, Regierungs- u. Baurat.
Bremen 1: Sarrazin (Karl), desgl.
Detmold: Brust, Regierungsbaumeister.
Geestemünde: Krumka, desgl.
Hameln: Meier (Emil), desgl.

Hannover 1: Reichert, Regier.-Baumeister.
„ 2: Czygan, Regierungs- u. Baurat.
„ 3: Ackermann (Anton), Regierungsbaumeister.
Hildesheim: Meyer (Friedrich), desgl.
Lüneburg: Bach, Regierungs- und Baurat.
Minden: Lauser, Regierungsbaumeister.
Nienburg (Weser): Großjohann, Regierungs- und Baurat.
Salzwedel: Fahl, desgl.
Stendal 1: Herwig, Regierungsbaumeister.
Ülzen: Heinemann (Karl), Regier.- u. Baurat.

Maschinenämter:

Bremen 1: v. Czarnowski, Reg.- u. Baurat.
Hameln: Fresenius, Regierungsbaumeister.
Hannover: Krohn, desgl.
Minden: Kersten, Regierungs- u. Baurat.
Stendal: Glimm, desgl.

Werkstättenämter:

Leinhausen: a) Gronewaldt, Geh. Baurat.
b) Erdbrink, Reg.- u. Baurat.
c) Cramer (Karl), Regierungsbaumeister.
d) Engelbrecht, Regierungs- u. Baurat.
Sebaldsbrück: a) Mestwerdt, desgl.
b) Thalmann, Reg.-Baumstr.
Stendal: a) Lilge, Regierungs- u. Baurat.
b) Stockhausen, Großh. hess. Regierungsbaumeister.

14. Königliche Eisenbahndirektion in Kattowitz.

Steinbiß, Präsident.

Direktionsmitglieder:

Simon (Hermann), Ober- u. Geh. Baurat.
Teuscher, Oberbaurat.
Lauer, desgl.
Essen, Regierungs- und Baurat.
Burgund, desgl.
Linke, desgl.
Harr, desgl.
Panthel, desgl.
Bleiß, desgl.
Perkuhn, desgl.
Schmidt (Max), desgl.
Ahrons, desgl.
Woltmann, desgl.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Freise, Regierungsbaumeister (H.).
Söffing (August), Regierungsbaumeister.
Siekmann, desgl.
Weikusat, desgl.
Dr.-Ing. Alberty, desgl.
Hammer (Emil), desgl.
Scheunemann, desgl.
Schröder (Johannes), desgl.

Ucko, Großh. hess. Regierungsbaumeister in Kandrzin.
Pfeiffer, Regierungsbaumeister in Schwientochlowitz.
Koll, desgl. in Myslowitz.
Lieffers (Aug.), desgl. in Ratibor.
Federmann, desgl. in Gleiwitz.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Beuthen O.-S. 1: Warnecke, Regierungsbaumeister.
„ 2: Ziemeck, desgl.
Gleiwitz 1: Ritter (Ernst), Regierungs- und Baurat.
„ 2: Draesel, Regierungsbaumeister (auftrw.).
„ 3: Behrens (Franz), Regierungsbaumeister.
Kattowitz 1: Metzger (Julius), desgl.
„ 2: Ratkowski, Regier.- u. Baurat.
Kreuzburg: Graetzer, Regierungsbaumeister.
Oppeln 1: Hammann, desgl.
„ 2: Scheel, desgl.
Ratibor 1: Liebetrau, desgl.
„ 2: Albach, Regierungs- u. Baurat.
Tarnowitz: Rustenbeck, desgl.

Maschinenämter:

Beuthen O.-S.: Neumann (Wilhelm), Reg.-Baumeister.
Kattowitz: Kaempf, desgl.
Kreuzburg: Seyfferth (Otto), Regierungs- und Baurat.
Ratibor: Lychenheim, Reg.-Baumeister.

Werkstättenämter:

Gleiwitz 1: a) Rave, Regierungs- u. Baurat.
b) Rosenfeldt (Gustav), desgl.
„ 2: a) Günther (Wilhelm), Regierungsbaumeister.
b) Buschbaum, Großh. hess. Regierungsbaumeister.
Oppeln: Ryssel, Regierungsbaumeister.
Ratibor: Geitel, Regierungs- und Baurat.

15. Königliche Eisenbahndirektion in Köln.

Direktionsmitglieder:

Everken, Oberbaurat.
Falck, desgl.
Wolff (Fritz), desgl. (auftrw.).
Wolf, Geheimer Baurat.
Stampfer, desgl.
Staud, desgl.
Kullmann, desgl.
Hoefer, desgl.
Beermann, desgl.
Boelling, Regierungs- und Baurat.
Lütke, desgl.
Kurowski, desgl.
Biecker, desgl. (H.).
Simon (Otto), Regierungs- und Baurat.
Brabandt, desgl.
Grunzke, desgl.
Risse, desgl.
Pieper (Hugo), desgl.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Weiler, Baurat (beurlaubt).
Galewski, Regier.-Baumeister (beurlaubt).
Dorpmüller (Heinrich), desgl. (beurlaubt).
Frank, Regierungsbaumeister.
Steinert, desgl.
Lücking, desgl. (H.)
Hildebrandt (Joh.), desgl.
Zilcken, desgl.
Rostoski, desgl.
Schliecker, desgl. (beurlaubt).
Schmutz, Regierungsbaumeister.
Wolff (Willy), desgl.

Wiskott, Regierungsbaumeister in Rheinbach.
Hartwig (Wilh.), desgl. in Jülich.
Straßer, desgl. in Köln.
Leinemann, desgl. in Krefeld.
Conrad, desgl. in Mülheim (Rhein).
Stegmeyer, Großh. hess. Regierungsbaumeister in Mörs.
Panzlaff, Regierungsbaumeister in Jülich.
Wiegels, desgl. in Horrem.
Wehrspan, desgl. in Friemersheim.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Aachen: Sander, Regierungs- und Baurat.
Düren: Lehmann (Willy), Reg.-Baumeister.
Euskirchen: Nacke, Regierungs- und Baurat.
Jülich: Becker (Philipp), Regierungsbaumeister.
Kleve: Berlinghoff, desgl.
Koblenz: Horstmann, desgl.
Köln 1: Eggert (Albert), desgl.
„ 2: Conradi, desgl.
Köln-Deutz 1: Prior, Regier.- und Baurat.
Krefeld: Siebels, Regierungsbaumeister.
Malmedy: Hartmann (Fritz), Großh. hess. Regierungsbaumeister.
M.-Gladbach: Mentzel, Reg.-Baumeister (auftrw.).
Neuwied 1: N. N.

Maschinenämter:

Aachen: Bonnemann, Regierungs- u. Baurat.
Euskirchen: Balfanz, Regierungsbaumstr.
Köln: Köttgen, desgl.
Köln-Deutz: Dorenberg, desgl.
Krefeld: Römer, Regier.- und Baurat.

Werkstättenämter:

Köln (Nippes): a) Levy, Regier.-Baumeister.
b) Christ (Albert), Regier.- und Baurat.
c) Lang, desgl.
Krefeld-Oppum: a) Hemletzky, desgl.
b) Michael, Regierungsbaumeister.

16. Königliche Eisenbahndirektion in Königsberg i. Pr.

Direktionsmitglieder:

Hannemann, Oberbaurat.
Komorek, Geheimer Baurat.
Schaeffer, desgl.
Michaelis (Adalbert), Regier- u. Baurat.
Große, desgl.
Hammer, desgl.
Ritze, desgl.
Kratz, desgl.
Strahl, desgl.
Wypyrsczyk, desgl.
Bergmann (Franz), desgl.
Baumgarten, Regier.-Baumeister (auftrw.).

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Thiele (Martin), Baurat.
Henske, Regierungsbaumeister.
Scotland, desgl.

Strauch, Regierungsbaumeister.
Goerke, desgl.
Albermann, desgl. (H.)
Moldenhauer, desgl.
Lewerenz, desgl.

Stange, Regierungsbaumeister in Tilsit.
Tillinger, desgl. in Mohrungen.
Becker (Karl), desgl. in Bartenstein.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Allenstein 1: Meyer (August), Regierungs- und Baurat.
„ 2: Kleiber, Regierungsbaumstr.
„ 3: Heyne, desgl. (auftrw.).
Angerburg: Fischer (Joh.), Regier.-u. Baurat.
Insterburg 1: Urbach, Regierungsbaumstr.
„ 2: Capeller, Geheimer Baurat.
Königsberg 1: Niemeier, Regierungsbaumstr.
„ 2: Otto, desgl.
„ 3: Ruge (Erich), desgl.
Lyck 1: Marder, desgl.
„ 2: Pleger, desgl.
Osterode: Antos, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
Tilsit 1: Blell, Regierungsbaumeister.
„ 2: Schloë, desgl.

Maschinenämter:

Allenstein: Hasenwinkel, Regierungs- und Baurat.
Insterburg: Mirauer, Regierungsbaumeister.
Königsberg: Schreier, Regier.- und Baurat.
Lyck: Spohr, desgl.

Werkstättenämter:

Königsberg: a) Müsken, Regier.-Baumeister.
b) Szulc, desgl.
c) Busse (Rudolf), Regierungs- und Baurat.
Osterode: Gentz (Richard), desgl.

17. Königliche Eisenbahndirektion in Magdeburg.

Direktionsmitglieder:

Brunn, Ober- und Geheimer Baurat.
Borchart, Oberbaurat.
Sachse, desgl.
Mertens, Geheimer Baurat.
Bulle, Regierungs- und Baurat.
Rudow, desgl.
Möckel, desgl.
Engelke, desgl.
Oppermann (Otto), desgl.
Humbert, desgl.
Niemann (Wilh.), desgl.
Voigt, Regierungsbaumeister (auftrw.).

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Jüsgen, Regierungsbaumeister (H.).
Ruckes, Regierungsbaumeister.

Marais, Regierungsbaumeister in Goslar.
Krabbe, desgl. in Köthen.
Dr.-Ing. Jänecke, desgl. in Mansfeld.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Aschersleben 1: Eggers (Johannes), Geh. Baurat.
„ 2: Heidensleben, Regier.- und Baurat.
Belzig: Gluth, Regierungsbaumeister.
Brandenburg: Henkel, desgl.
Braunschweig 1: Falkenstein, Regierungs- und Baurat.
„ 2: Selle, desgl.
Goslar: Neubarth, desgl.
Halberstadt 1: Dintelmann, Großh. hess. Regierungsbaumeister.
„ 2: Elten, Regier.- und Baurat.
Helmstedt: Schultze (Ernst), desgl.
Magdeburg 1: Hallensleben, Regierungsbaumeister.
„ 2: Berns, Regierungs- u. Baurat.
„ 3: Eggers (Arnold), desgl.
„ 4: Schürmann, desgl.
„ 5: Goldschmidt, Regierungsbaumeister.
Stendal 2: Meilly, Regierungs- und Baurat.

Maschinenämter:

Braunschweig: Schmedes, Reg.- u. Baurat.
Halberstadt: Lehners, desgl.
Magdeburg 1: Stallwitz, Regier.-Baumeister.
„ 2: Oehmichen, Regierungs- u. Baurat.

Werkstättenämter:

Braunschweig: Fritz (Christoph), Regierungs- und Baurat.
Halberstadt: Hintze, Regierungsbaumeister.
Magdeburg-Buckau: a) Weese, desgl.
b) Berghauer, desgl. (auftrw.).
Magdeburg-Salbke: a) Blindow, Regierungs- und Baurat.
b) Oppermann (Hermann), desgl.

18. Königl. preußische und Großherzogl. hessische Eisenbahndirektion in Mainz.

Direktionsmitglieder:

Geibel, Großherzogl. hessischer Ober- und Geheimer Baurat.
Kirchhoff (Karl), Geheimer Baurat.
Holtmann, desgl.
Barzen, desgl.
Kressin, desgl.
Merkel (Herm.), Regierungs- und Baurat.
Trenn, desgl.
Schnock, desgl.
Kleimenhagen, desgl.
Horn, Großh. hess. Regierungs- u. Baurat.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Tecklenburg (Heinrich), Reg.-Baumeister.
Frevert, desgl.

Kado, Regierungsbaumeister in Darmstadt.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Bingen: Hildebrand (August), Großh. hess. Regierungsbaumeister.
Darmstadt 1: Schilling (Joseph), Großh. hess. Eisenbahndirektor.
„ 2: Rothamel, Großh. hess. Regierungs- und Baurat.
„ 3: Koehler, Großh. hess. Regierungsbaumeister.
Kreuznach: Klimberg, Geheimer Baurat.
Mainz: Wickmann (Herm.), Großh. hess. Regierungsbaumeister.
Oberlahnstein: Froese, Regier.- und Baurat.
Wiesbaden: Rose, desgl.
Worms 1: Pietz, Großh. hess. Regierungsbaumeister (auftw.).
„ 2: Jordan (Jakob), Großh. hess. Regierungs- und Baurat.

Maschinenämter:

Darmstadt: Hoffmann (Ludwig), Regierungsbaumeister.
Mainz: Goeritz, desgl.
Wiesbaden: Eichemeyer, Regierungs- und Baurat.
Worms: Kayser, Großh. hess. Regierungsbaumeister.

Werkstättenämter:

Darmstadt 1a: Brandes (Otto), Regierungsbaumeister.
„ 1b: Betz, Großh. hess. Regierungsbaumeister.
„ 2: Cramer (Robert), Großh. hess. Regierungs- und Baurat.
Mainz: Heuer, Großh. hess. Geheimer Baurat.

19. Königliche Eisenbahndirektion in Münster i. Westfalen.

Richard, Präsident, Wirklicher Geh. Oberbaurat.

Direktionsmitglieder:

Schellenberg, Ober- und Geheimer Baurat.
vom Hove, Geheimer Baurat.
Storck, desgl.
Steinmann, desgl.
Heller, Regierungs- und Baurat.
Denicke, desgl.
Weis, desgl.
Bernsau, desgl.
Schumacher, desgl.
Meyer (Gustav), desgl.
Schirmer, desgl.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Gutjahr, Baurat.
Jaeger, Regierungsbaumeister.
Grohnert, desgl.

Boltze, Regierungsbaumeister in Sulingen.
Böhme (Franz), desgl. in Emden.
Brückmann, desgl. in Osnabrück.
Buddenborg, desgl. in Münster.
Euler, desgl. in Kirchweyhe.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Bremen 2: Kloevekorn, Reg.-Baumeister.
Burgsteinfurt: Sarrazin (Leopold), desgl.
Emden: Tschich, desgl.
Koesfeld: Dr. Schmitz (Arthur), Regierungs- und Baurat.
Münster 1: Stengel, Regierungsbaumeister.
„ 2: Köhr, Regierungs- und Baurat.
Osnabrück 1: Lamp, Regierungsbaumeister.
„ 2: Struve (Hermann), Regier.- und Baurat.
Rheine: Wyszynski, Regierungsbaumeister.

Maschinenämter:

Bremen 2: Beeck, Regierungs- und Baurat.
Münster: Müller (Wilhelm), Regierungsbaumeister.
Osnabrück: Wessing, Regierungs- u. Baurat.

Werkstättenämter:

Lingen: a) Seel, Regierungsbaumeister.
„ b) Nolte, desgl.
Osnabrück: a) Weber (Wilh.), Regierungs- und Baurat.
„ b) Großmann, Reg.-Baumeister.

20. Königliche Eisenbahndirektion in Posen.

Direktionsmitglieder:

Lehmann (Otto), Oberbaurat.
Blunck (Friedrich), Geheimer Baurat.
Teichgraeber, Regierungs- und Baurat.
Bockholt, desgl.
Wimmer, desgl.
Hasse, desgl.
Reinicke (Walter), desgl.
Schultze (Emil), desgl.
Stanislaus, desgl.
Krüger (Otto), desgl.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

v. Keßler, Regierungsbaumeister.
Stendel, desgl. (H.)

Eggert (Ernst), Reg.-Baumstr. in Ostrowo.
Staude, desgl. in Glogau.
Fölsing (Friedrich), desgl. in Frankfurt (Oder).
Röhmer (Georg), desgl. in Züllichau.
Schulz (Hans), desgl. in Züllichau.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Bentschen: Kirberg, Regierungsbaumeister.
Frankfurt a. d. O.: Schönborn, Regierungsbaumeister (auftrw.).
Glogau 1: Sittard, Regierungs- und Baurat.
„ 2: Genz, desgl.
Gnesen 2: Springer, desgl.
Guben: Roth (Anton), desgl.
Krotoschin: Kühn, desgl.
Lissa i. P. 1: Kriesel, Reg.-Baumstr. (auftrw.).
„ 2: Honemann, Reg.-Baumstr.
Meseritz: Fuchs, Regierungs- und Baurat.
Ostrowo: Fatken, Regierungsbaumeister.
Posen 2: Linke, desgl.
Wollstein: Poppe, Regierungs- und Baurat.

Maschinenämter:

Bentschen: Promnitz, Regierungsbaumeister.
Guben: Francke, Regier.- und Baurat.
Lissa i. P.: Paschen, desgl.
Ostrowo: Walbaum, Regierungsbaumeister.
Posen: Walter (Franz), Geh. Baurat.

Werkstättenämter:

Frankfurt a. d. O.: a) Peter, Reg.-Baumeister.
b) Friedmann, desgl.
Guben: Dr.-Ing. Schwarze, Regierungsbaumeister.
Posen: a) Süersen, Regierungs- u Baurat.
b) Schumann, desgl.
c) Sembdner, Regier.-Baumeister.

21. Königliche Eisenbahndirektion in Saarbrücken.

Breusing, Präsident.

Direktionsmitglieder:

Biedermann, Oberbaurat.
Barschdorff, desgl. in Koblenz.
Feyerabendt, Geheimer Baurat.
Schmidt (Wilhelm), desgl.
Oesten, Regierungs- und Baurat.
Schacht, desgl.
Post, desgl.
Knoblauch, desgl.
Müller (Robert), desgl. in Koblenz.
Seyffert, desgl.
Pistor, desgl.
Schwarzer, desgl.
Briegleb, desgl.
Voegler, desgl. in Koblenz.

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Dorpmüller (Julius), Baurat (beurlaubt).
Schenck, Regierungsbaumeister (H.).
Dr.-Ing. Wienecke, Regierungsbaumeister.
Kleinmann, desgl.
Dorpmüller (Ernst), desgl.
Nagel, desgl.
Hoffmann (Georg), desgl.

Breternitz, Reg.-Baumstr. in Gerolstein.
Christfreund, desgl. in Neuwied.
Grell, desgl. in St. Wendel.
Kümmell, desgl. in Polch.
Mau, desgl. in Trier.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Gerolstein: Dieckhoven, Regier.- u. Baurat.
Mayen: Meyer (Emil), desgl.
Saarbrücken 1: Sieben, Großh. hess. Regierungsbaumeister.
„ 2: Danco, Geheimer Baurat.
„ 3: Sievert (Bernhard), Regierungs- und Baurat.
St. Wendel: Ewig, Regierungsbaumeister.
Trier 1: Bitsch, Großh. hess. Regierungsbaumeister.
„ 2: Pröbsting, Regierungs- u. Baurat.
„ 3: Metzger (Karl), Eisenbahndirektor.

Maschinenämter:

Saarbrücken: Reinicke (Karl), Regierungsbaumeister.
St. Wendel: Chelius, desgl.
Trier 1: Mörchen, desgl.
„ 2: Braun (Ernst), desgl.

Werkstättenämter:

Karthaus: Tanneberger, Regierungs- und Baurat.
Saarbrücken-Burbach: a) Grehling, Regierungsbaumeister.
b) Wagner (Adalbert), desgl.
Saarbrücken: a) Student, desgl.
b) Rosenthal (Erich), desgl.
Trier: Dr.-Ing. Spiro, desgl.

22. Königliche Eisenbahndirektion in Stettin.

Brandt, Präsident.

Direktionsmitglieder:

Struck, Oberbaurat.
Gilles, Ober- u. Geheimer Baurat.
Stimm, Geheimer Baurat.
Traeder, desgl.
Peters (Georg), desgl.
Günter, Regierungs- und Baurat.
Düwahl, desgl.
Flume, desgl.
Kurth, desgl.
Schaper, desgl.
Dr. Winter, desgl.
Papmeyer, desgl.
Wendt (Karl), Regier.-Baumstr. (auftrw.).

Etatmäßige Regierungsbaumeister bei der Direktion:

Gaedicke, Regierungsbaumeister.

Stadler, Regierungsbaumeister in Stargard.
Roloff, desgl. in Stettin.
van Biema, desgl. in Stralsund.

Amtsvorstände:

Betriebsämter:

Dramburg: Kuhnke (Arnold), Regierungsbaumeister.
Eberswalde: Franzen, Regier.- und Baurat.
Freienwalde: Olbrich, desgl.
Königsberg (N.-M.): Johlen, Regierungsbaumeister.
Kolberg: Baur, Regierungs- und Baurat.
Neustrelitz: Bressel, desgl.
Prenzlau: Arnoldt (Eduard), Reg.-Baumstr. (auftrw.).
Stargard 2: Berndt, Regierungsbaumeister.
Stettin 1: Ulrich, Regierungs- und Baurat.
„ 2: Busacker, desgl.
Stralsund 1: Klammt, Regierungsbaumstr.
„ 2: Irmisch, Regier.- u. Baurat.

Maschinenämter:

Eberswalde: Grabe, Regierungsbaumeister.
Stargard: Müller (Friedrich), Regierungs- und Baurat.
Stettin: Hansmann, Regier.-Baumeister.
Stralsund: Wiedemann, Regierungs- und Baurat.

Werkstättenämter:

Eberswalde: a) Krause (Paul), Geh. Baurat.
b) Schütz, Regierungsbaumstr.
Greifswald: Fietze, Regierungs- u. Baurat.
Stargard: a) Rutkowski, Regierungsbaumstr.
b) Elbel, Regierungs- und Baurat.

C. Bei Provinzialverwaltungsbehörden.

1. Regierung in Aachen.

Kosbab, Geh. Baurat, Regier.- u. Baurat (H.).
Isphording, desgl. desgl. (W.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Daniels, Baurat, Aachen I (H.).
Mergard, desgl., Aachen II (H.).
Pegels, Regier.-Baumeister in Düren (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Mahlberg, Regier.-Baumeister in Aachen (H.).

2. Regierung in Allenstein.

Sandmann, Regierungs- und Baurat (W.).
Freytag, desgl. (H.).
Heusch, desgl. (H.).
Ahrns, desgl. (H.).

Vorstände von Bauämtern.

Schulz (Fritz), Baurat in Lötzen (H.).
Wormit, desgl. in Lötzen (W.).
Wille, Regier.-Baumeister in Ortelsburg (H.).
Marcus, desgl. in Sensburg (H.).
Steffen, desgl. in Osterode (H.).
Lindemann, desgl. in Neidenburg (H.).
Kleinsteuber, desgl. in Allenstein (H.).
Brandstaedter, desgl. in Lyck (H.).
N. N. in Johannisburg (H.).

3. Regierung in Arnsberg.

Michelmann, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Kruttge, desgl. desgl. (H.).
Morin, Regierungs- und Baurat (H.).
Vogel, desgl. (H.).
Schaffrath, Baurat (W.).
Kachel, Regierungsbaumeister (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Selhorst, Baurat in Lippstadt (H.).
Meyer (Philipp), desgl. in Hagen (H.).
Meyer (Karl), desgl. in Soest (H.).
Herrmann (Ismar), desgl. in Dortmund (H.).
Michelsen, Regierungsbaumeister in Siegen (H.).
Fritze, desgl. in Arnsberg (H.).
N. N. in Bochum (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Arntzen, Regierungsbaumeister in Dortmund (H.).

4. Regierung in Aurich.

Misling, Regierungs- u. Baurat (H.).
Kranz, desgl. (W.).
Vaske, Regierungsbaumeister (W.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Bormann, Regier.- u. Baurat in Emden (W.).
Piper, Baurat in Aurich (W.).
Paulmann, desgl. in Emden (M.).
Graeßner, desgl. in Norden (W.).
Schliemann, desgl. in Leer (W.).
Merzenich, Reg.-Baumeister in Aurich (H.).
Biel, desgl. in Leer (H.).
Humpert, desgl. in Norden (H.).
N. N. in Wilhelmshaven (H.).

b) Bei Bauämtern.

Rättig, Regier.-Baumeister in Emden (W.).
Bandmann, desgl. in Emden (W.).

5. Polizeipräsidium in Berlin.

Dr. v. Ritgen, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (H.).
Eger, desgl. desgl. (W.).
Schneider, Regierungs- und Baurat (H.).
Krey, desgl. (W.).
Engelmann, desgl. (H.).
Körner, desgl. (H.).
Hobrecht, desgl. (W.).
Dr. Friedrich, desgl. (H.).
Clouth, desgl. (H.).
Schulz, Baurat (W.).
Horstmann, desgl. (H.).
Beyerhaus, desgl. (W.).
Wendt, desgl. (H.).
Pflug, Regierungsbaumeister (M.).
Hehl, desgl. (H.).
Fischer, desgl. (H.).
Thurm, desgl. (H.).
Stybalkowski, desgl. (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Voelcker, Baurat, Berlin V (H.).
Reißbrodt, desgl., Berlin-Wilmersdorf (H.).
Elkisch, desgl., Charlottenburg IV (H.).
Schliepmann, desgl., Berlin II (H.).
Marcuse, desgl., Charlottenburg I (H.).
Abraham, desgl., Berlin II (W.).
Holtzheuer, desgl., Charlottenburg III (H.).
Possin, desgl., Berlin X (H.).
Paulsdorff, desgl., Berlin-Lichtenberg (H.).
Wachsmann, desgl., Berlin XI (H.).
Labes, desgl., Berlin-Schöneberg (H.).
v. Winterfeld, desgl., Berlin III (H.).
Stoeßell (Leon), desgl., Neukölln I (H.).
Nettmann, desgl., Charlottenburg II (H.).
Redlich, desgl., Neukölln II (H.).
Schultze (Emil), desgl., Berlin I (W.).
Michaelis, desgl., Berlin VII (H.).
Busse, desgl., Berlin VIII (H.).
Schütz, desgl., Berlin VI (H.).
Mahlke, desgl., Berlin I (H.).
Schaeker, desgl., Berlin IX (H.).
Bärwald (Julian), Regierungsbaumeister, Berlin IV (H.).

b) Bei Bauämtern.

Cohn, Regierungsbaumeister in Berlin (H.).
Krell, desgl. in Neukölln I (H.).
Rumpf, desgl. in Berlin-Wilmersdorf (H.).
Koehn, desgl. in Neukölln II (H.).
Fahlbusch, desgl. in Berlin III (H.).
Fritz, desgl. in Berlin I (H.).

6. Ministerial-Baukommission in Berlin.

Mühlke, Geheimer Baurat, Regierungs- u. Baurat (H.).
Hohenberg, Regierungs- und Baurat (H.).
Vohl, desgl. (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Graef, Baurat, Berlin II (H.).
Friedeberg, desgl., Berlin III (H.).
v. Bandel, Baurat, Berlin IV (H.).
Guth, desgl, Berlin V (H.).
Tesenwitz, desgl., Berlin X (H.).
Saegert, desgl., Berlin I (H.).
Kübler, desgl., Berlin VII (H.).
Hoffmann (Bernh.), desgl., Berlin VI (H.).
Reichelt, desgl., Berlin VIII (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Diestel, Geheimer Baurat, Regierungs- u. Baurat, Berlin (H.).
Grube, Regierungs- u. Baurat, Berlin (H.).
Fischer, desgl., Berlin (H.).
Koerner, desgl., Berlin (H.).
Lang, Regier.-Baumeister, Berlin (H.).
Zastrau, desgl., Berlin (H.).
Pattri, desgl., Charlottenburg (H.).
Biermann, desgl., Berlin (H.).

c) Bei Bauämtern für Bauausführungen.

Knocke, Baurat, Berlin (H.).
Baerwald (Alexander), Regier.-Baumeister, Berlin (H.).
Oehme, desgl., Berlin (H.).
Hane, desgl., Berlin (H.).

7. Oberpräsidium (Oderstrom-Bauverwaltung) in Breslau.

Narten, Ober- u. Geheimer Baurat, Strombaudirektor.
Schulte, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat.
Rößler, desgl. desgl., Stellvertreter des Strombaudirektors.
Schildener, Regierungs- und Baurat.
Zander, desgl.
Lange, Baurat.
Landsberger, desgl.
Saak, Regierungsbaumeister.
Hirsch, desgl.
Jacoby, desgl.
Vogel, desgl.

a) Vorstände von Bauämtern.

Wegener, Regierungs- u. Baurat in Breslau.
Zimmermann (Hermann), Baurat in Frankfurt a. d. O.
Hartog, desgl. in Krossen a. d. O.
Theuerkauf, desgl. in Ratibor.
Laubschat, desgl. in Steinau a. d. O.
Engelhard, desgl. in Brieg a. d. O.
Zimmermann (Karl), desgl. in Oppeln.
Dormann, Regierungsbaumeister in Glogau.
Schmidt (Wilh.), desgl. in Küstrin.

Chop, Regierungsbaumeister in Breslau (M.).

b) Bei Bauämtern.

Nicol, Regierungsbaumeister in Breslau.
Blitz, desgl. in Brieg a. d. O.
Schneuzer, desgl. in Oppeln.

c) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Roy, Baurat in Breslau.
Raddatz, desgl. in Ottmachau.
Lindstädt, desgl. in Breslau.

Podehl, Regierungsbaumeister in Kosel.
Hinsmann, desgl. in Steinau a. d. O.
Schulz (Felix), desgl. in Freienwalde a. d. O.
Pfannmüller, desgl. in Breslau.
Eycke, desgl. in Glogau.
Kleinschmidt, desgl. in Frankfurt a. d. O.
Miehlke, desgl. in Wellmitz (Kr. Guben).
Kühle, desgl. in Neusalz a. d. O.
Strasburger, desgl. in Ohlau.

d) Bei Bauämtern für Bauausführungen.

Winkler, Regierungsbaumeister in Breslau.
Ecke, desgl. in Breslau.
Timpe, desgl. in Breslau.

8. Regierung in Breslau.

Breisig, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (H.).
Maas, desgl. desgl. (H.).
Kreide, desgl. desgl. (W.).
Schierer, Regierungs- und Baurat (H.).
Graevell, Baurat (W.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Walther, Baurat in Schweidnitz (H.).
Schroeder, desgl., Breslau III (H.).
Buchwald, desgl., Breslau II (H.).
Heymann, desgl., Breslau I (H.).
May, desgl., Breslau IV (H.).
Röttgen, Regierungsbaumeister in Glatz (H.).
Brauer, desgl. in Oels (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Dr. Burgemeister, Regierungs- u. Baurat in Breslau (H.).
Loewe, Baurat in Breslau (H.).

9. Regierung in Bromberg.

May, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Schwarze, desgl. desgl. (H.).
Sckerl, desgl. desgl. (W.).
Engelbrecht, Regierungs- und Baurat (H.).
Hamm, desgl. (H.).
Rieck, desgl. (H.).
Weidner, Regierungsbaumeister (W.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Stringe, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat in Czarnikau (W.).
Harnisch, desgl. desgl. in Bromberg (W.).
Rimek, Baurat in Nakel (W.).
Hertzog, Regierungsbaumeister in Wongrowitz (H.).
Goehrtz, desgl. in Schubin (H.).
Scherrer, desgl. in Znin (H.).
Student, desgl. in Schneidemühl (H.).
Reuter, desgl. in Gnesen (H.).
Silbermann, desgl. in Nakel (H.).
Hollander, desgl. in Hohensalza (H.).
Westphal, desgl. in Bromberg (H.).
Wojahn, desgl. in Mogilno (H.).
Lakemeyer, desgl. in Filehne (H.).

b) Bei Bauämtern.

Wulkow, Regierungsbaumeister in Czarnikau (W.).
Erdmenger, desgl. in Schneidemühl (H.).
Pfeiffer (Konrad), desgl. in Czarnikau (W.).

10. Regierung in Cassel.

Bohnen, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (H.).
Niemann, desgl. desgl. (H.).
Unger, desgl. desgl. (W.).
Mund, desgl. desgl. (H.).
Heckhoff, Baurat (H.).
Freude, desgl. (H.).
Dr.-Ing. Meyer, Regierungsbaumstr. (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Becker (Wilhelm), Baurat in Hanau (H.).
Witte, desgl. in Cassel (W.).
Stüdemann, desgl. in Melsungen (H.).
Bock, desgl. in Homberg (H.).
Schesmer, desgl., Cassel I (H.).
Rieß, desgl. in Eschwege (H.).
Hermann, desgl. in Fulda (Baukreis Fulda) (H.).
Rüdiger, desgl. in Rinteln (H.).
Trümpert, Regierungsbaumeister in Fulda (Baukreis Hünfeld-Gersfeld) (H.).
Kaufmann, desgl. in Schmalkalden (H.).
Abel, desgl., Marburg II (H.).
Müller (Alfred), desgl. in Hersfeld (H.).
Stechel, desgl., Marburg I (H.).
Milster, desgl. in Gelnhausen (H.).
Tönsmann, desgl. in Kirchhain (H.).
N. N. in Cassel II (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Becker (Karl), Regierungsbaumeister in Fritzlar (H.).
Kuhlow, desgl. in Altefeld (H.).

11. Oberpräsidium (Weichselstrom-Bauverwaltung) in Danzig.

Niese, Oberbaurat, Strombaudirektor.
Weißker, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat, Stellvertreter des Oberbaurats.
Proetel, Regierungsbaumeister.
Schmidt (Georg), desgl.
Salfeld, desgl.
Heymann, desgl. (M.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Rumland, Baurat in Graudenz.
Urban, desgl. in Marienburg.
Förster, desgl. in Thorn.
Müller (Oskar), desgl. in Kulm.
Wulle, desgl. in Dirschau.

Foß, Reg.-Baumeister in Danzig-Krakau (M.).

b) Bei Bauämtern.

Hartmann, Wasserbauinspektor in Thorn.
Lange, Regierungsbaumeister in Marienburg.
Kiesow, desgl. in Dirschau.

12. Regierung in Danzig.

Wilhelms, Geh. Baurat, Reg.- u. Baurat (W.).
Lehmbeck, desgl. desgl. (H.).
Ehrhardt, desgl. desgl., Professor (H.).
Reichenbach, Baurat (H.).
Rückmann, desgl. (W.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Hefermehl, Baurat in Elbing (W.).
Anschütz, desgl., Danzig I (Pol.).
Maschke, desgl., Danzig II (Pol.).
Heine, desgl. in Berent (H.).
Breitsprecher, desgl. in Elbing (H.).
Schmid (Bernhard), desgl. in Marienburg (H.).
Fähndrich, desgl. in Danzig-Neufahrwasser (Haf.).
Dr.-Ing. Dr. Jänecke, desgl. in Pr.-Stargard (H.).
Siebert, Regier.-Baumeister in Danzig (H.).
v. Steinwehr, desgl. in Neustadt W.-Pr. (H.).
Becker (Felix), desgl. in Karthaus (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Dr. Steinbrecht, Geh. Baurat, Regier.- u. Baurat, Professor, in Marienburg (H.).

13. Regierung in Düsseldorf.

Dorp, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Schneider, desgl. desgl. (W.).
Lamy, desgl. desgl. (H.).
Callenberg, Regierungs- und Baurat (H.).
Stock, desgl. (H.).
Gronewald, desgl. (H.).
Borggreve, Baurat (H.).
Dr.-Ing. Nonn, Regierungsbaumeister (H.).
Mendgen, desgl. (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Bongard, Baurat in Düsseldorf (H.).
Lucas, desgl. in Elberfeld (H.).
Reimer, desgl. in Krefeld (H.).
Linden, desgl. in Wesel (H.).
Schweth, desgl. in M.-Gladbach (H.).
Lämmerhirt, desgl. in Essen (H.).
Verlohr, Regierungsbaumeister in Duisburg (H.).
Grochtmann, desgl. in Duisburg-Ruhrort (W.).
Hochhaus, desgl. in Geldern (H.).
N. N. in Düsseldorf II (W.).

b) Bei Bauämtern.

Schaefer (Rudolf), Regierungsbaumeister in Düsseldorf II (W.).

c) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Skalweit, Regierungs- und Baurat in Duisburg-Ruhrort (W.).
Dechant, Reg.-Baumeister in Düsseldorf (H.).
Bellers, desgl. in Krefeld (H.).

14. Regierung in Erfurt.

Sommermeier, Geheimer Baurat, Regierungs- u. Baurat (W.).
Neuhaus, Regierungs- und Baurat (H.).
Dr.-Ing. Hercher, desgl. (H.).

Vorstände von Bauämtern.

Heyder, Baurat in Erfurt (H.).
Brzozowski, desgl. in Mühlhausen i. Thür. (H.).
Aronson, desgl. in Nordhausen (H.).

Harenberg, Baurat in Heiligenstadt (H.).
Böhm, Regierungsbaumeister in Schleusingen (H.)

15. Kanalbaudirektion in Essen.

Hermann, Oberbaurat.
Hardt, Baurat.

a) Vorstände von Bauämtern.

Quedefeld, Regierungs- und Baurat in Duisburg-Ruhrort (Schleppamt).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Goetzcke, Baurat in Duisburg-Meiderich.
Schilling, desgl. in Lünen.
Schaper, desgl. in Wesel.
Bracht, desgl. in Hamm.
Bock, desgl. in Dorsten.

c) Bei Bauämtern für Bauausführungen.

Dinkgreve, Regierungsbaumeister in Lünen.

Baertz, Regierungsbaumeister in Herne.
Ostendorf, desgl. in Altenessen.

16. Regierung in Frankfurt a. d. O.

Hensch, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Leidich, desgl. desgl. (H.).
Held, Regierungs- und Baurat (H.).
Koch, desgl. (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Prejawa, Baurat in Friedeberg N.-M. (H.).
Erdmann, desgl. in Guben (H.).
Tieling, desgl. in Kottbus (H.).
Schmitz, desgl. in Landsberg a. d. W. (W.).
Heese, desgl. in Luckau i. d. L. (H.).
Königk, Kreisbauinsp. in Landsberg a. d. W. (H.).
Lübke, desgl. in Sorau i. d. L. (H.).
Wohlfarter, Regierungsbaumeister in Frankfurt a. d. O. (H.).
Fiehn, desgl. in Königsberg N.-M. (H.).
Uhlenhaut, desgl. in Reppen (Baukreis Zielenzig) (H.).
Kuhlmann, desgl. in Züllichau (H.).
Othegraven, desgl. in Arnswalde (H.).

b) Bei Bauämtern.

Arnous, Regierungsbaumeister in Landsberg a. d. W. (W.).

17. Regierung in Gumbinnen.

Strauß, Regierungs- und Baurat (W.).
Schiffer, desgl. (H.).
Liedtke, desgl. (H.).
Holm, desgl. (H.).
Fromm, desgl. (H.).
Dauter, Wasserbauinspektor (W.).
Engler, Regierungsbaumeister (W.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Voß, Baurat in Tilsit (W.).
Fabian, desgl. in Kukerneese (W.).
Seckel, desgl. in Tilsit (H.).
Strutz, Regier.-Baumeister in Pillkallen (H.).
Hille, desgl. in Ragnit (H.).
Böttcher, desgl. in Angerburg (H.).
Garz, desgl. in Goldap (H.).
Lange, desgl. in Stallupönen (H.).
N. N. in Marggrabowa (H.).
N. N. in Gumbinnen (H.).
N. N. in Insterburg (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Rudolph, Regierungs- und Baurat in Gumbinnen (H.).
Weisstein, Baurat in Gumbinnen (H.).

18. Oberpräsidium (Weserstrom-Bauverwaltung) in Hannover.

Muttray, Oberbaurat, Strombaudirektor.
Maschke, Regierungs- und Baurat, Stellvertreter des Oberbaurats.
Geiße, Regierungs- und Baurat.
Block, desgl. (M.), s. a. Kanalbaudirektion Hannover (unter 19a).
Visarius, Baurat.

a) Vorstände von Bauämtern.

Thomas, Geh. Baurat, Minden i. W. I.
Lampe, Baurat in Verden.
Weidner, desgl. in Hoya.
Berlin, Regierungsbaumeister in Hameln.
Tillich, desgl., Cassel-Hannover.

b) Bei Bauämtern.

Holtvogt, Reg.-Baumeister in Minden i. W. I.
Bätjer, desgl. in Minden i. W. I.
Giese, desgl. in Hannover (M.).

c) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Soldan, Regier.- u. Baurat in Hann.-Münden.
Innecken, Baurat in Helminghausen.

d) Bei Bauämtern für Bauausführungen.

Stieglitz, Regier.-Baumeister in Cassel (M.).
Thürnau, desgl. in Hemfurt.

19. Kanalbaudirektion in Hannover.

Progasky, Oberbaurat.
Franke, Baurat.
Boenecke, Regierungsbaumeister.
Eilmann, desgl.

a) Vorstände von Bauämtern.

Schräder, Regierungs- und Baurat in Osnabrück.
Meiners, desgl. in Hannover (Schleppamt) (M.).
Block, desgl. in Hannover (zugl. Referent bei der Weserstrombauverwaltung) (M.).
Loebell, Baurat, Minden i. W. II.
Ebelt, Reg.-Baumeister in Minden i. W. (M.).

b) Bei Bauämtern.

Langer, Baurat in Osnabrück.

c) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Kühn, Baurat in Bückeburg.
Oppermann, Reg.-Baumeister in Hannover.
Loll, desgl. in Linden.

d) Bei Bauämtern für Bauausführungen.

Weinrich, Regierungsbaumeister in Bramsche (Bez. Osnabrück).
Voigtländer, desgl. in Stadthagen.
Heß, desgl. in Hannover.
Lattemann, desgl. in Osnabrück.

20. Regierung in Hannover.

Volkmann, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Stever, desgl. desgl. (H.).
Achenbach, desgl. desgl. (H.).
Dr.-Ing. Bölte, Regier.- u. Baurat in Hannover (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Heise, Baurat, Hannover I (H.).
Berghaus, desgl. in Hannover (W.).
Raßow, desgl. in Hameln (H.).
Möckel, Regierungsbaumeister, Hannover III (H.).
Plinke, desgl., Hannover II (H.).
Schröder, desgl. in Nienburg a. d. Weser (H.).
Gerstenhauer, desgl. in Diepholz (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Heusgen, Regierungsbaumeister in Hannover (H.).

21. Regierung in Hildesheim.

Schwarze, Regierungs- und Baurat (H.).
Flebbe, desgl. (W.).
Herzig, Baurat (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Duis, Baurat in Hildesheim (W.).
Rühlmann, desgl., Hildesheim I (H.).
Varneseus, desgl. in Northeim (W.).
Leben, desgl. in Göttingen (H.).
Tappe, desgl. in Klausthal (H.).
Schulze (Max), desgl. in Goslar (H.).
Matthei, desgl. in Northeim (H.).
Senff, desgl., Hildesheim II (H.).
Helbich, desgl. in Osterode a. H. (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Rieken, Regierungsbaumeister in Göttingen (H.).

22. Oberpräsidium (Rheinstrom-Bauverwaltung) in Koblenz.

Stelkens, Oberbaurat, Strombaudirektor.
Morant, Regierungs- und Baurat, Stellvertreter des Oberbaurats.
Degener, Regierungs- und Baurat, Rheinschiffahrtinspektor.
Stuhl, Baurat.
Breitenfeld, desgl. (M.).
Gelinsky, Regierungsbaumeister.

a) Vorstände von Bauämtern.

Eichentopf, Baurat in Köln.
Luyken, desgl., Düsseldorf I.
Benecke, desgl. in Bingerbrück.
Kaufnicht, desgl. in Koblenz.
Heinekamp, Regierungsbaumeister in Wesel.

b) Bei Bauämtern.

Marx, Regierungsbaumeister in Wesel.

23. Regierung in Koblenz.

Thielen, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (H.).
Schnack, desgl. desgl. (W.).
Prieß, Baurat (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Weißer, Baurat in Koblenz (W.).
Pickel, desgl. in Koblenz (H.).
Müller (Ernst), desgl. in Koblenz (Pol.).
Scheepers, desgl. in Andernach (H.).
Schuffenhauer, desgl. in Wetzlar (H.).
Bode, Regierungsbaumeister in Kreuznach (H.).

b) Bei Bauämtern.

Huppert, Regierungsbaumeister in Kreuznach (H.).

24. Regierung in Köln.

Greve, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Trimborn, Regierungs- und Baurat (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Schulze (Rob.), Baurat in Bonn (H.).
Faust, desgl. in Siegburg (H).
Keyßelitz, desgl. in Köln (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Hertel, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat in Köln (H.).
Moumalle, Regierungsbaumeister in Bonn (H).
Hunger, desgl. in Bonn (H.).

25. Regierung in Königsberg (O.-Pr.).

Twiehaus, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Ladisch, desgl. desgl. (W.).
Stiehl, Regierungs- und Baurat (H.).
Fiebelkorn, desgl. (H.).
Zillmer, desgl. (H.).
Dieckmann, Baurat (W).
Knoetzelein, Regierungsbaumeister (W.).
Michels, desgl. (W.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Becker, Reg.- und Baurat in Pillau (Haf.).
Musset, Baurat in Memel (Haf.).
Aschmoneit, desgl. in Labiau (W.).
Dethlefsen, desgl., Professor, Königsberg West (Baukreis Fischhausen) (H.).
Pohl, desgl. in Osterode (W.).
Heinemann, desgl. in Königsberg Ost (H.).
Rautenberg, desgl., Königsberg Süd (H.).
Burkowitz, Regierungsbaumeister in Königsberg (M.).
Schasler, desgl., in Tapiau (W.).
Raasch, desgl., Königsberg Mitte (Landkreis) (H.).
Blümel, desgl. in Rastenburg (H.).
Harling, desgl. in Braunsberg (H.).
Schumacher, desgl. in Memel (H.).
Masur, desgl. in Königsberg (Schloßbauamt) (H.).
Berger, desgl. in Bartenstein (H.).
N. N. in Wehlau (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Prieß, Reg.- u. Baurat in Königsberg (W.).
Lange, desgl. in Königsberg (dem Oberpräsidium zugeteilt) (H.).
Probst, Baurat, Insterburg II (W.).
Ziegler, Reg.-Baumeister, Insterburg I (W.).
Schmidt (Karl), desgl. in Königsberg (H.).

c) Bei Bauämtern für Bauausführungen.

Schmidt (Adolf), Regierungsbaumeister in Königsberg (H).
Blell, desgl. in Königsberg (H.).
Schedler, desgl. in Fürstenau (Bez. Insterburg II) (W.).
Siebenhüner, desgl. in Allenburg (Bez. Insterburg I) (W.).

26. Regierung in Köslin.

v. Behr, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (H.).
Hartung, Regierungs- und Baurat (H.).
Müller (Karl), desgl. (W.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Hoech, Baurat in Kolberg (Haf.).
Runge, desgl. in Stolp (H.).
Gersdorff, desgl. in Schlawe (H.).
Langen, desgl. in Stolpmünde (Haf.).
Rudolph (Leo), desgl. in Dramburg (H.).
Klemme, Regierungsbaumeister in Lauenburg i. P. (H.).
Drescher, desgl. in Köslin (H.).
Ahlemeyer, desgl. in Neustettin (H.).
Drabitius, desgl. in Belgard (H.).

b) Bei Bauämtern.

Mohr, Reg.-Baumeister in Stolpmünde (Haf.).

27. Regierung in Liegnitz.

Mylius, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Plachetka, desgl. desgl. (H).
Leithold, Regierungs- und Baurat (H.).
Markers, Regierungsbaumeister (H.).

Vorstände von Bauämtern.

Friede, Baurat in Grünberg (H.).
Müller (Wilhelm), desgl. in Liegnitz (W.).
Arens, desgl. in Hirschberg (H.).
Nöthling, desgl. in Görlitz (H.).
Herrmann (Johannes), desgl. in Liegnitz (H.).
Lange (Hermann), desgl. in Hoyerswerda (H.).
Bernstein, Regierungsbaumeister in Landeshut (H.).
Clingestein, desgl. in Bunzlau (H.).
Wentrup, desgl. in Sagan (H.).

28. Regierung in Lüneburg.

Jasmund, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Hirt, Regierungs- und Baurat (H.).
Brügner, Baurat (H.).
Prietze, Regierungsbaumeister (W.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Hippel, Baurat in Lüneburg (W.).
Stukenbrock, desgl. in Lehrte (H.).
Ortloff, desgl. in Celle (W.).
Schlöbcke, desgl. in Lüneburg (H).
Trieloff, desgl. in Hitzacker (Baukreis Dannenberg) (W.).
Rohne, desgl. in Uelzen (H.).
Rogge, desgl. in Harburg (W.).
Leiß, desgl. in Harburg (H.).
Fleck, Regierungsbaumeister in Celle (H.).

b) Bei Bauämtern.

Körner, Reg.-Baumeister in Harburg (W.).

c) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Gährs, Regierungsbaumeister in Celle (W.).
Schäfer (Friedrich), desgl. in Celle (H.).

29. Oberpräsidium (Elbstrom-Bauverwaltung) in Magdeburg.

Roloff, Oberbaurat, Strombaudirektor.
Düsing, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat, Stellvertreter des Oberbaurats.
Schubert, Baurat.
Timm, desgl.
Witte, Regierungsbaumeister.

Vorstände von Bauämtern.

Thomany, Baurat in Lauenburg a. d. E.
Hancke, desgl. in Magdeburg (M.).
Atzpodien, desgl. in Hitzacker.
Crackau, desgl. in Wittenberg.
Braeuer, desgl. in Torgau.
Hansmann, desgl. in Wittenberge.
Schmidt (Friedrich), desgl. in Tangermünde.
Kuwert, desgl in Magdeburg.

30. Regierung in Magdeburg.

Brinckmann, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (H.).
Zschintzsch, desgl. desgl. (W.).
Klemm, Regierungs- und Baurat (H.).
Palaschewski, Regierungsbaumeister (H.).

Vorstände von Bauämtern.

Pitsch, Baurat in Wolmirstedt (H.).
Gaedcke, desgl. in Neuhaldensleben (H.).
Groth, desgl., Halberstadt II (H.).
Paetz, desgl. in Schönebeck a. d. E. (H.).
Bloch, desgl., Magdeburg II (H.).
Hantusch, desgl. in Wanzleben (H.).
Schmidt (Walter), desgl. in Salzwedel (H.).
Antze, desgl., Halberstadt I (H.).
Krumbholtz, desgl., Magdeburg I (H.).
Lucht, desgl. in Quedlinburg (H.).
Verges, desgl. in Stendal (H.).
Gelderblom, desgl. in Genthin (H.).

31. Regierung in Marienwerder.

Iken, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Fritsch, Regierungs- und Baurat (H.).
Gossen, desgl. (H.).
Starkloff, desgl. (H.).
Imand, desgl. (H.).
Zimmermann, desgl. (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Reinboth, Baurat in Dt.-Eylau (H.).
Jahr, desgl. in Kulm (H.).
Schultz (Georg), desgl. in Schwetz (H.).
Fust, desgl. in Flatow (Wohnsitz Konitz) (H.).
Schocken, desgl. in Strasburg W.-Pr. (H.).
Schmidt (Gerhard), desgl. in Thorn (H.).
Seehausen, desgl. in Schlochau (H.).
Stöcke, Regierungsbaumeister in Stuhm (H.).
Lange, desgl. in Marienwerder (H.).
Reisel, desgl. in Briesen (H.).
Grebenstein, desgl. in Neumark (H.).
Nath, desgl. in Dt.-Krone (H.).
N. N. in Graudenz (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Leyendecker, Regierungsbaumeister in Stuhm (H.).
Lachtin, desgl. in Konitz (W.).
Volkmann, desgl. in Graudenz (H.).

32. Regierung in Merseburg.

Stolze, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Millitzer, desgl. desgl. (W.).
Behrendt, Regierungs- und Baurat (H.).
Harms, desgl. (H.).
Grün, Regierungsbaumeister (H.).
Prengel, desgl. (W.).
Güldenpfennig, desgl. (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Abesser, Baurat in Wittenberg (H.).
Kirchner, desgl. in Sangerhausen (H.).
Aries, desgl., Halle a. d. S. II (H.).
Zillich, desgl. in Naumburg a. d. S. (W.).
Hildebrandt, desgl. in Halle a. d. S. (W.).
Lottermoser, desgl. in Naumburg a. d. S. (H.).
Johl, desgl. in Merseburg (H.).
Becker (Eduard), desgl. in Zeitz (Baukreis Weißenfels) (H.).
Amschler, desgl. in Eisleben (H.).
Gensel, Regierungsbaumeister in Delitzsch (H.)
Plathner, desgl., Halle a. d. S. I (H.).
Drescher, desgl. in Torgau (H.).

b) Bei Bauämtern.

Rudolph, Regierungsbaumeister, Halle a. d. S. II (H.).
Heyne, desgl., Halle a. d. S. I (H.).

c) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Mosterts, Regierungsbaumeister in Zeitz (H.).
Hoßfeld, desgl. in Naumburg a. d. S. (H.).
Skutsch, desgl. in Halle a. d. S. (H.).
Rudhard, desgl. in Torgau (H.).

33. Regierung in Minden.

Biedermann, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Zeuner, desgl. desgl. (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Dewald, Baurat in Paderborn (H.).
Niemann, desgl. in Höxter (H.).
Quast, desgl. in Minden (H.).
Gelhausen, desgl. in Bielefeld (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Kühn, Baurat in Bielefeld (H.).

34. Dortmund-Ems-Kanalverwaltung in Münster i. W.

Clausen, Oberbaurat.
Koß, Regierungs- und Baurat, Stellvertreter des Oberbaurats.
Hermann (Paul), Regier.- und Baurat (M.).
Mappes, Baurat.

a) Vorstände von Bauämtern.

Ellerbeck, Baurat in Meppen.
Offenberg, desgl. in Rheine.
Thomas, desgl. in Münster i. W.

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Jürgens, Reg.-Baumeister in Henrichenburg.
Kühne, desgl. in Lingen.

35. Regierung in Münster i. W.

Jaspers, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Moormann, Regierungs- und Baurat (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Richter (Udo), Baurat, Münster II (H.).
Müller (Karl), Regierungsbaumeister in Recklinghausen (H.).
Paffendorf, desgl., Münster I (H).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Schindowski, Baurat in Münster (H.).

36. Regierung in Oppeln.

Haubach, Regierungs- und Baurat (H.).
Hagen, desgl. (W.).
Bode, desgl. (H.).
Huber, desgl. (H.).
Goldbach, desgl. (H.).
Preiß, desgl. (W.).
Pabst, desgl. (H.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Killing, Baurat in Leobschütz (H.).
Klehmet, desgl. in Gleiwitz (W.).
Markgraf, desgl. in Kreuzburg O.-S. (H).
Menzel, desgl. in Neiße (H.).
Ast, Regierungsbaumeister in Rybnik (H.).
Meerbach, desgl. in Groß-Strehlitz (H.).
Müchel, desgl. in Ratibor (H.).
Müller (Heinrich), desgl. in Kosel (H.).
Peters, desgl. in Oppeln (H.).
Decker, desgl. in Tarnowitz (H.).
Küntzel, desgl. in Kattowitz (H.).
N. N. in Neustadt O.-S. (H.).

b) Bei Bauämtern.

Kahle, Reg.-Baumeister in Gleiwitz (W.). — Vertreter des zum Kriegsdienst eingezogenen Bauamtsvorstandes —.
Schultze (Otto), Regierungsbaumeister in Oppeln (H.).

c) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Kniese, Regierungsbaumeister in Ratibor (H.).
Mackenthun, desgl. in Beuthen O.-S. (H.).

37. Regierung in Osnabrück.

Saring, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (H.).
Reichelt, Baurat (W.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Landsberg, Baurat in Osnabrück (H.).
Brück, Regierungsbaumeister in Lingen (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Kayser, Regierungsbaumeister in Osnabrück (H.).

38. Regierung in Posen.

Papke, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Lang, Regierungs- und Baurat (H.).
Brauer, Regierungs- und Baurat (H.).
Kohte, desgl. (H.).
Renner, desgl. (H.).

Vorstände von Bauämtern.

Hauptner, Baurat, Posen II (Baukreis Samter) (H.).
Winter, desgl. in Birnbaum (W.).
Teerkorn, desgl. in Schrimm (W.).
Schütte, desgl. in Rawitsch (H.).
Masberg, desgl. in Schrimm (H.).
Henschke, desgl. in Meseritz (H.).
Melcher, desgl. in Posen (W.).
Maier (Felix), Reg.-Baumeister in Lissa (H.).
Vogt, desgl. in Ostrowo (H.).
Schumann, desgl. in Wollstein (H.).
Müller (Friedr.), desgl. in Krotoschin (H.).
Schwennicke, desgl. in Wreschen (H.).
Frowein, desgl., Posen I (H.).
Garrelts, desgl., Posen III (H).
Lehmann, desgl. in Obornik (H.).
Philippi, desgl. in Birnbaum (H.).
Staeding, desgl. in Jarotschin (H.).
N. N. in Kempen (H.).

39. Regierung in Potsdam.

1. Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen.

Lindner, Oberbaurat, Strombaudirektor.
Müller (Paul), Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat.
Holmgren, desgl. desgl.
Plathner, Regierungs- und Baurat.
Scholz, Baurat.
Teschner, Regierungsbaumeister.
Pundt, desgl.

a) Vorstände von Bauämtern.

Scheck, Geh. Baurat, Regierungs- und Baurat in Fürstenwalde.
Haesler, Regierungs- und Baurat in Eberswalde.
Stüwert, desgl. in Rathenow.
Mattern, desgl. in Beeskow.
Bronikowski, Baurat in Köpenick.
Jaenicke, desgl. in Neuruppin.
Heusmann, desgl. in Oranienburg.
Born, desgl. in Potsdam.
Stock, desgl. in Zehdenick.
Diete, desgl. in Genthin.

b) Bei Bauämtern.

Kozlowski (Georg), Regierungsbaumeister in Köpenick.
Braun, desgl. in Fürstenwalde.
Niebuhr, desgl. in Eberswalde.
Sperling, desgl. in Rathenow.

c) Bei Bauämtern für Bauausführungen.

Aefke, Regierungsbaumeister in Eberswalde.
Piper, desgl. in Oranienburg.

Bergius, Reg.- u. Baurat in Oderberg (Mark).

2. Regierung.

Hagemann, Geh. Baurat, Reg.- u. Baurat (H.).
v. Saltzwedel, Regierungs- und Baurat (H.).
v. Pentz, desgl. (H.).
Roeßler, desgl. (W.).
Weiß, Baurat (H.).
Kauffmann, desgl. (W.).

a) Vorstände von Bauämtern.

Wichgraf, Baurat in Potsdam (H.).
Heydemann, desgl., Berlin-Potsdam II (H.).
Kern, desgl., Berlin-Potsdam III (H.).
Ulrich, desgl. in Freienwalde a. d. O. (H.).
Böttcher, desgl. in Angermünde (H.).
Schultz (Friedrich), desgl. in Templin (H.).
Schroeder (Gustav), desgl. in Beeskow (H.).
Süßapfel, desgl. in Perleberg (H.).
Steinbrecher, desgl. in Neu-Ruppin (H.).
Reichardt, desgl. in Prenzlau (H.).
Gilowy, desgl., Berlin-Potsdam I (H.).
Dammeier, desgl. in Brandenburg a. d. H. (H.).
Haußig, Regierungsbaumeister in Nauen (H.).
Gölitzer, desgl. in Wittstock (H.).
Pietzker, desgl. in Jüterbog (H.).
Dr.-Ing. Geßner, desgl. in Potsdam (Pol.).

b) Bei Bauämtern.

Schubart, Regierungsbaumeister in Berlin (Berlin-Potsdam III) (H.).

c) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Krecker, Regierungsbaumeister in Berlin-Dahlem (H.).

40. Regierung in Schleswig.

Gyßling, Regierungs- und Baurat (H.).
Eckardt, desgl. (H.).
Schmidt (Wilh.), desgl. (H.).
Zander (Wilh.), desgl. (W.).
Schönsee, desgl. (W.).
Eggert, desgl. (H.).
Ahlefeld, Baurat (W.).

---

a) Vorstände von Bauämtern.

Jablonowski, Baurat in Hadersleben (H.).
Heßler, desgl. in Husum (W.).
Koldewey, desgl. in Husum (H.).
Lohr, desgl., Kiel I (H.).
Engelhardt, desgl. in Schleswig (M.).
Liese, desgl. in Flensburg (W.).
Schiricke, desgl. in Glückstadt (W.).
Steinmatz, desgl. in Plön (W.).
Kusel, Reg.-Baumeister in Schleswig (H.).
Ehrenberg, desgl. in Rendsburg (W.).
Jürgens, desgl. in Altona (H.).
Gerstenfeldt, desgl., Kiel II (H.).
Otto (Kurt), desgl. in Flensburg (H.).
Schäfer (Karl), desgl. in Tönning (W.).
Uchtenhagen, desgl. in Itzehoe (H.).

b) Bei Bauämtern.

Eggeling, Reg.-Baumeister in Tondern (H.).
Möring, desgl. in Plön (W.).

41. Regierung in Sigmaringen.

Froebel, Geh. Baurat, Reg.- u. Baurat (H.).

42. Regierung in Stade.

v. Stosch, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Dohrmann, desgl. desgl. (W.).
Steinicke, Regierungs- und Baurat (H.).
Martin, Regierungsbaumeister (W.).

Vorstände von Bauämtern.

Wesnigk, Baurat in Verden (H.).
Joseph, desgl. in Geestemünde (W.).
Loeffelholz, desgl. in Buxtehude (W.).
Kozlowski (Walt.), desgl. in Blumenthal (W.).
Herbst, desgl. in Neuhaus a. d. O. (W.).
Seeling, desgl. in Stade (H.).
Baumann, Regierungsbaumeister in Buxtehude (Baukreis York) (H.).
Wißmann, desgl. in Geestemünde (H.).
Mühle, desgl. in Lehe (H.).
N. N. in Stade (W.).

43. Regierung in Stettin.

Roesener, Geh. Baurat, Reg.- u. Baurat (H.).
Kieseritzky, Regierungs- und Baurat (W.).
Bueck, desgl. (H.).
Hoschke, desgl. (H.).
Mentz, Baurat (H.).
Fischer, desgl. (M.).

---

a) Vorstände von Bauämtern.

Rudolph, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat in Stettin (M.).
Niehrenheim, Regierungs- und Baurat in Swinemünde (Haf.).
Preller, Baurat in Greifenberg i. P. (H.).
Buchholz, desgl. in Stettin (W.).
Josephson, Reg.-Baumeister in Stettin (H.).
Eschner, desgl. in Swinemünde (Baukreis Usedom-Wollin) (H.).
Schräder, desgl. in Demmin (H.).
Stuermer, desgl. in Pyritz (Baukreis Greifenhagen) (H.).
Rosenfeld, desgl. in Naugard (H.).
Horn, desgl. in Anklam (H.).
Baller, desgl. in Stargard i. P. (H.).
Mehner, desgl. in Kammin i. P. (H.).

b) Bei Bauämtern.

Gerecke, Regier.-Baumeister in Stettin (W.).
Krieg, desgl. in Swinemünde (Haf.).
Heiser, desgl. in Swinemünde (Haf.).

c) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Blumenthal, Baurat in Schwedt a. d. O. (W.).
Ostmann, Regierungsbaumeister in Greifenhagen (W.).

d) Bei Bauämtern für Bauausführungen.

Nolda, Regierungsbaumeister in Schwedt a. d. O. (W.).
Wetzel, desgl. in Schwedt a. d. O. (W.).

44. Regierung in Stralsund.

Hentschel, Regierungs- und Baurat (W.).
Peters, desgl. (H.).
Kropp, desgl. (H.).

---

a) Vorstände von Bauämtern.

Westphal, Baurat, Stralsund Ost (W.).
Schulze (Bruno), desgl. Stralsund II (H.).
Drosihn, Regierungsbaumeister in Greifswald (H.).
Ruhtz, desgl., Stralsund West (W.).
Thorban, desgl., Stralsund I (H.).

b) Bei Bauämtern.

v. Normann Baurat, Stralsund West (W.). — Vertreter des zum Kriegsdienst eingezogenen Bauamtsvorstandes —.
Schmidt (Erich), Regierungsbaumeister in Greifswald (H.). — Vertreter des zum Kriegsdienst eingezogenen Bauamtsvorstandes —.

45. Regierung in Trier.

Hartmann, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat (W.).
Hennicke, Regierungs- und Baurat (H.).
Molz, desgl. (H.).

---

a) Vorstände von Bauämtern.

Fülles, Baurat, Trier I (Baukreis Trier) (H.).
Schuster, desgl. in Trier (W.).
Lekve, desgl. in Saarbrücken (W.).
Pauwels, desgl., Trier II (Baukreis Bernkastel) (H.).
Schlochauer, desgl. in Saarbrücken (Pol.).
Kassbaum, Regierungsbaumeister in Saarbrücken (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Krencker, Regierungsbaumeister in Trier (H.).

46. Regierung in Wiesbaden.

Behrndt, Geh. Baurat, Regier.-u. Baurat (H.).
Goltermann, desgl. desgl. (W.)
Volk, Regierungs- und Baurat (W.).
Radloff, desgl. (H.).
Wittler, Regierungsbaumeister (H.).
Holtz, desgl. (H.).

---

a) Vorstände von Bauämtern.

Hahn, Baurat in Frankfurt a. M. (W.).
Taute, desgl. Wiesbaden I (Pol.).
Kruse, desgl. in Langenschwalbach (H.).
Hallmann, desgl. in Rüdesheim (H.).
Richter, desgl. in Diez a. d. L. (W.).
Winkelmann, desgl. in Weilburg (H.).
Lucas, desgl. in Dillenburg (H.).
Neumann, desgl., Wiesbaden II (Pol.).
Stracke, Regierungsbaumeister in Montabaur (H.).
Rellensmann, desgl. in Wiesbaden (H.).
Birck, desgl. in Diez a. d. Lahn (Baukreis Limburg) (H.).
N. N. in Homburg v. d. Höhe (H.).

b) Vorstände von Bauämtern für Bauausführungen.

Stausebach, Regierungsbaumeister in Frankfurt a. M. (H.).
Hoebel, desgl. in Hanau (W.).

c) Bei Bauämtern für Bauausführungen.

Germanus, Regierungsbaumeister in Frankfurt a. M. (W.).

II. Bei besonderen Bauausführungen usw.

a) Regierungs- und Bauräte.

Biecker in Köln (H.).
Cornelius in Berlin (H.).
Cuny in Elberfeld (H.).
Hüter in Essen (H.).
Moeller in Hannover (H.).
Schmidt (Antonio) in Altona (H.).
Schramke in Breslau (H.).
Schultz (Hans W.), Geheimer Baurat in Kiel (W.).
Schwartz, desgl. in Berlin (H.).
Wegner, desgl. in Frankfurt a. M. (H.).
Wellmann in Swakopmund (Haf.).

b) Regierungsbaumeister.

Albermann in Königsberg i. Pr. (H.).
Birkholz in Hamm i. Westf. (H.).
Borchers in Saarburg i. Lothringen (H.).
Eckert in Görlitz (H.).
Eitner in Danzig (H.).
Freise in Kattowitz (H.).
Ihnken in Pforta (H.).
Jacobi in Burg i. Dithm. (W.).
Jordan in Halle a. d. S. (H.).
Jüsgen in Magdeburg (H.).
Koenig in Breslau (H.).
Kohte (Julius), Baurat (H.).
Lücking in Köln (H.).
Lohse in Lüderitzbucht (W.).
Morin in Hannover (H.).
Proetel in Magdeburg (W.).
Röttcher in Cassel (H.).
Schenck in Saarbrücken (H.).
Steinbrink in Erfurt (H.).
Stendel in Posen (H.).
Trier, Baurat in Mühlheim a. d. Ruhr (W.).
Voß in Kiel (W.).

III. Bei anderen Ministerien und Behörden.

1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers und Königs, beim Oberhofmarschallamte, beim Ministerium des Königlichen Hauses usw.

Für besondere Aufträge:

v. Ihne, Wirklicher Geheimer Oberhofbaurat in Berlin (außeretatmäßig).

Königliche Schloßbaukommission:

Geyer, Oberhofbaurat, Direktor in Berlin.

a) Bei dem Oberhofmarschallamt Seiner Majestät des Kaisers und Königs:

Bohne, Hofbaurat in Potsdam.
Kavel, desgl. in Berlin.
Wittig, desgl. in Potsdam.
Schonert, Hofbauinspektor in Berlin.

b) Mit der Leitung der Schloßbauten in den Provinzen beauftragt:

Thielen, Geh. Baurat, Regierungs- und Baurat in Koblenz.
Cailloud, desgl. desgl. in Metz.
Buchwald, Baurat in Breslau.
Jacobi, desgl. in Homburg v. d. H.
Lohr, desgl. in Kiel.
Pfeiffer, desgl. in Liegnitz.
Stoeckicht, desgl. in Straßburg i. E.
Neumann, desgl. in Wiesbaden.
Landsberg, desgl. in Osnabrück.
Streich, Regierungsbaumeister in Königsberg i. Pr.
Laur, Architekt und Landeskonservator in Hechingen.

c) Bei der Königl. Gartenintendantur.

Bohne, Hofbaurat in Potsdam.
Kavel, desgl. in Berlin.
Thielen, Regierungs- und Geheimer Baurat in Koblenz.
Jacobi, Baurat in Homburg v. d. H.

d) Bei dem Königl. Obermarstallamt.

Bohm, Hofbaurat in Berlin.

e) Bei dem Königl. Hofjagdamt.

Kavel, Hofbaurat in Berlin.
Wittig, desgl. in Potsdam.

Bei der Generalintendantur der Königlichen Schauspiele.

Genzmer, Geheimer Hofbaurat, Professor, Architekt der Königl. Theater in Berlin.
Güldenpfennig (Georg), Regierungsbaumeister in Hannover.
Karst, Baurat in Cassel.

Bei der Hofkammer:

Temor, Hofkammer- und Geheimer Baurat in Berlin.
Holland, Hausfideikommißbaurat in Berlin.
Bosold, desgl. in Bromberg.

2. Beim Ministerium der geistlichen und Unterrichts-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

Lutsch, Wirklicher Geheimer Oberregierungsrat und vortragender Rat, Konservator der Kunstdenkmäler in Berlin.
Schultze (Richard), Geheimer Oberbaurat und vortragender Rat in Berlin.

Stooff, Geheimer Regierungsrat in Berlin.
Blunck, Regierungsrat in Berlin.

v. Lüpke, Regierungsrat, Vorsteher der Meßbildanstalt, in Berlin.
Hertel, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat, Dombaumeister in Köln.
Dr. Lucht, Baurat, Akademischer Baumeister in Greifswald.
Wille, Bauinspektor, Architekt der Königl. Museen in Berlin.

Mangelsdorff, Regierungs- und Baurat, Mitglied der Klosterkammer in Hannover.
Danckwerts, Geheimer Baurat, Professor, Mitglied der Klosterkammer in Hannover.
Schmidt (Albert), Baurat, Vorsteher des Klosterhochbauamts in Göttingen.
Becker, Baurat, Vorsteher des Klosterhochbauamts in Hannover.
Arendt, Reg.-Baumeister, Vorsteher des Klosterhochbauamts in Stettin.
Sander, desgl, Hilfsarbeiter bei der Klosterkammer in Hannover.
Ihnkon, desgl., Baubeamter (auftrw.) der Landesschule in Pforta.

Provinzial- und Bezirkskonservatoren:

Dr. Dethlefsen, Baurat, Prof., Provinzialkonservator für Ostpreußen, in Königsberg i. Pr.
Schmid, Baurat, desgl. für Westpreußen, in Marienburg.
Dr. Kämmerer, Prof., Museumsdirektor, desgl. für Posen, in Posen.
Dr. Burgemeister, Regierungs- und Baurat, desgl. für Schlesien, in Breslau.
Dr. Lemcke, Geh. Regierungsrat, Gymn.-Direktor a. D., Prof., desgl. für Pommern, in Stettin.
Goecke, Landesbaurat, Geh. Baurat, Prof., desgl. für Brandenburg (außer Berlin), in Berlin.
Hiecke, Landesbaurat, desgl. für Sachsen, in Halle a. d. S.
Ohle, Regierungsbaumeister, Landesbaumeister, Hilfsarbeiter, in Halle a. d. S.
Dr. Haupt, Prof., Provinzialkonservator für Schleswig-Holstein, in Preetz.
Siebern, Landesbaumeister, Prof., desgl. für Hannover, in Hannover.
N. N., desgl. für Westfalen, in Münster.
Dr. Renard, Professor, desgl. für die Rheinprovinz, in Bonn.
Dr. Meier, Hilfsarbeiter, in Bonn.
Wiedemann, Regierungsbaumeister, desgl., in Bonn.
Dr.-Ing. Dr. Holtmeyer, Baurat, Bezirkskonservator für Hessen-Cassel, in Cassel.
Luthmer, Geh. Baurat, Prof., Direktor der Kunstgewerbeschule, desgl. für Wiesbaden, in Frankfurt a. M.
Laur, Architekt, Landeskonservator für Hohenzollern, in Hechingen.

3. Beim Finanzministerium.

Knaut, Geheimer Ober-Finanzrat, vortragender Rat, in Berlin.

Dr.=Ing. Stübben, Geheimer Oberbaurat, Vorsitzender der Königl. Kommission für die Stadterweiterung in Posen, in Berlin-Grunewald.
Winther, Regierungsbaumeister, Stellvertreter des technischen Mitgliedes der Kgl. Kommission für die Stadterweiterung in Posen, in Posen.

4. Beim Ministerium für Handel und Gewerbe und im Ressort desselben.

Beck, Geheimer Oberbaurat, vortragender Rat in der Bergabteilung in Berlin.

Weber, Geheimer Regierungsrat im Landesgewerbeamt in Berlin.
Dr.=Ing. Muthesius, desgl. in Berlin.
v. Czihak, desgl. in Berlin.

Clauß, Geheimer Regierungs- u. Gewerbeschulrat in Erfurt.
Brettschneider, Regierungs- u. Gewerbeschulrat in Münster.
Jessen, desgl. in Magdeburg.
Selle, desgl. in Posen.
Taubner, Prof., desgl. in Schleswig.

Meiring, Gewerbeschulrat, Baugewerkschuldirektor in Frankfurt a. d. O.
Dieckmann, Gewerbeschulrat, Baugewerkschuldirektor in Barmen.
Bluhm, Baugewerkschuldirektor in Erfurt.
Schau, desgl. in Essen (Ruhr).
Keil, Prof., desgl. in Königsberg i. Pr.
Braune, Prof., desgl. in Buxtehude.
Dr. Kewe, Prof., desgl. in Cassel.
Peters, Prof., desgl. in Neukölln.
Dr.=Ing. Weiske, Prof., desgl. in Rendsburg.
Knöll, Prof., desgl. in Dt.-Krone.

Giseke, Geheimer Baurat, Mitglied der Bergwerkdirektion in Saarbrücken.
Ziegler, Baurat, Baubeamter des Oberbergamtsbezirks Klausthal, in Klausthal.
Wedding, Baurat im Oberbergamtsbezirk Breslau, in Hindenburg.
van de Sandt, Regierungsbaumeister, Baubeamter des Oberbergamtsbezirks Dortmund und Mitglied der Bergwerkdirektion in Recklinghausen.
Liebich, Regier.-Baumeister in Saarbrücken.

5. Ministerium des Innern.

Claren, Regierungs- und Baurat, Wohnungsinspektor in Düsseldorf.

Bei der Königl. Landesanstalt für Wasserhygiene in Berlin-Dahlem:
Dr.=Ing. Reichle, Prof., Abteilungsvorsteher.
Dr.=Ing. Schiele, Baurat.
Groß, Bauinspektor.
Silber, Regierungsbaumeister.

6. Beim Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und im Ressort desselben.

A. Beim Ministerium.

Reimann, Wirklicher Geheimer Oberbaurat und vortragender Rat (H.).
Nolda, desgl. desgl.
Böttger, Geheimer Oberbaurat und vortragender Rat (H.).
Nuyken, desgl. desgl.
Thoholte, desgl. desgl.
Mothes, desgl. desgl.
Noack, Regierungs- u. Baurat, Hilfsarbeiter (H.).
Johann, Regier.-Baumeister, Hilfsarbeiter.

B. Bei Provinzialverwaltungsbehörden.

a) Meliorationstechnische Räte bei den Regierungen.

Recken, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat, meliorationstechnischer Rat für die Regierungsbezirke Hannover, Hildesheim und Osnabrück der Provinz Hannover, in Hannover.
Hennings, desgl. desgl. desgl. für die Provinz Hessen-Nassau, in Cassel.
Fischer (Georg), desgl. desgl. desgl. für die Provinz Schlesien, in Breslau.
Knauer, desgl. desgl. desgl. für die Provinz Ostpreußen, in Königsberg.
Dubislav, Regierungs- und Baurat, meliorationstechnischer Rat für die Provinz Westfalen, in Münster.
Timmermann, desgl. desgl. für die Provinz Schleswig-Holstein, in Schleswig.
Sarauw, desgl. desgl. für die Provinz Pommern, in Stettin.
Klinkert, desgl. desgl. für die Provinz Sachsen, in Magdeburg.
Evers, desgl. desgl. für die Rheinprovinz und die Hohenzollernschen Lande, in Koblenz.
Arndt, desgl. desgl. für die Provinz Westpreußen, in Danzig.
Matz, desgl. desgl. für die Provinz Posen, in Posen.
Lotzin, desgl. desgl für den Regierungsbezirk Frankfurt a. d. O., in Frankfurt a. d. O.
Meyer (Wilhelm), desgl. desgl. für die Regierungsbezirke Lüneburg, Stade und Aurich, in Lüneburg.
Wichmann, desgl. desgl. für den Regierungsbezirk Potsdam, in Potsdam.

b) Meliorationsbaubeamte.

Graf, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat, Vorstand des Meliorationsbauamts in Düsseldorf (I).
Krüger (Karl), desgl. desgl., Vorstand des Meliorationsbauamts in Koblenz.
Denecke, desgl. desgl., Vorstand des Meliorationsbauamts in Trier.
Müller (Karl), Baurat, Vorstand des Meliorationsbauamts in Breslau.
Herrmann, desgl., Vorstand des Meliorationsbauamts in Münster i. W.
Mahr, desgl. in Düsseldorf (bei der Generalkommission).
Schüngel, Baurat, Vorstand des Meliorationsbauamts in Düsseldorf (II).
Drees, desgl. desgl. in Cassel.
Rotzoll, Baurat in Posen (beim Meliorationsbauamt).
Seefluth, Baurat, Vorstand des Meliorationsbauamts in Frankfurt a. d. O.
Mierau, desgl. desgl. in Magdeburg (I).
Wenzel, Baurat, Vorstand des Meliorationsbauamts in Fulda.
Schmidt (Karl), desgl. desgl. in Aachen.
Keune, Baurat in Münster i. W. (bei der Generalkommission).
Rogge, Baurat, Vorstand des Meliorationsbauamts in Wiesbaden.
Ringk, desgl. desgl. in Stettin.
Schrader, desgl. desgl. in Hannover.
Ullrich, desgl. desgl. in Danzig.
Busch, desgl. desgl. in Hildesheim.
Brauer, desgl. desgl. in Allenstein.
Linsert, desgl. desgl. in Stralsund.
Czygan, desgl. desgl. in Charlottenburg.
Helmrich, desgl. desgl. in Liegnitz.
Fritze, desgl. desgl. in Lötzen.
Drescher, Baurat in Koblenz (bei der Regierung).
Scholtz, desgl. in Stettin (bei der Regierung).
Blell, Baurat, Vorstand des Meliorationsbauamts in Hagen.
Diemer, desgl. desgl. in Aurich.
Schweichel, desgl. desgl. in Merseburg.
Sunkel, Baurat in Düsseldorf (bei der Generalkommission).
Niemeyer, Baurat, Vorstand des Meliorationsbauamts in Dillenburg.
Waldheim, desgl. desgl. in Königsberg (I).
Köpke, desgl. desgl. in Oppeln (II).
Jacoby, desgl. desgl. in Köslin.
Schmidt (Fritz), desgl. desgl. in Stade.
Rössing, desgl. desgl. in Königsberg (II).
Kufert, desgl. desgl. in Konitz.
Müller (Ferdinand), desgl. desgl. in Potsdam.
Rothe, desgl. desgl. in Tilsit.
Schirmer, desgl. desgl. in Schleswig.
Ibrügger, desgl. desgl. in Minden.
Rittersporn, Regierungsbaumeister in Kottbus (beim Meliorationsbauamt).
Hummell, Regierungsbaumeister, Vorstand des Meliorationsbauamts in Lippstadt.
Freund, desgl. desgl. in Bromberg.
v. Reiche, desgl. desgl. in Kottbus.
Schroeter (Fritz), Regierungsbaumeister in Charlottenburg (beim Meliorationsbauamt).
Hoffmann (Otto), Regierungsbaumeister, Vorstand des Meliorationsbauamts in Insterburg.
Wedemeyer, desgl. desgl. in Neumünster.
Schroeder (Otto), desgl. desgl. in Posen.
Damm, desgl. desgl. in Marienwerder.
Mayburg, desgl. desgl. in Celle.
Klaus, Regierungsbaumeister in Magdeburg (beim Meliorationsbauamt I).
Nebel, Regierungsbaumeister, Vorstand des Meliorationsbauamts in Briesen.
Wolle, desgl. desgl. in Czarnikau.
Dockendorf, desgl. desgl. in Erfurt.
Demont, desgl. desgl. in Lüneburg.
Humburg, desgl. desgl. in Stolp.
Boesch, desgl. desgl. in Stargard i. Pomm.
Stadermann, desgl. desgl. in Osnabrück.
Bartholdi, desgl. desgl. in Landsberg a. d. W.
Ehrhardt, Regierungsbaumeister in Erfurt (beim Meliorationsbauamt).
Schmude, desgl. in Stade (beim Meliorationsbauamt).

Kosack, Regierungsbaumeister in Königsberg (beim Meliorationsbauamt I).
Liczewski, desgl. in Danzig (beim Meliorationsbauamt).
Brey, desgl. in Magdeburg (beim Meliorationsbauamt I).
Frank, desgl. in Oppeln (beim Meliorationsbauamt II).
Wölfert, desgl. in Neumünster (beim Meliorationsbauamt).
Gumtz, desgl. in Osnabrück (beim Meliorationsbauamt).
Schäfer, desgl. in Schleswig (beim Meliorationsbauamt).
Heubült, desgl. in Cassel (beim Meliorationsbauamt).
Klett, desgl. in Köslin (beim Meliorationsbauamt).
Gieseler, desgl., in Aurich (beim Meliorationsbauamt).

c) Ansiedlungskommission für die Provinzen Westpreußen und Posen in Posen.

Fischer, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat.
Krug, Regierungs- und Baurat.
Dr. Wallbrecht, Regierungsbaumeister.
Günther, desgl.
Neumann, desgl.
Grosser, desgl.

C. Außerdem:

Krüger (Emil), Geh. Baurat, Professor für Kulturtechnik und Meliorationswesen an der landwirtschaftl. Hochschule in Berlin.
Heimerle, Baurat, Professor für Kulturtechnik und Meliorationswesen an der landwirtschaftlichen Akademie in Bonn-Poppelsdorf.
Richter, Baurat, Vorsteher der Abteilung für Meliorationswesen des Kaiser-Wilhelms-Instituts für Landwirtschaft in Bromberg.

7. Diplomatischen Vertretungen im Auslande sind zugeteilt:

Offermann, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat, in Buenos-Aires (W.).
Dr. Prager, Regierungsbaumeister, in Neuyork (H.).

8. Bei den Provinzialbauverwaltungen.

Provinz Ostpreußen.

Stahl, Baurat, Landesbaurat (für Tiefbau) in Königsberg.
Ploke, Landesbaurat (für Hochbau) in Königsberg.

Bruncke, Baurat, Provinzialbaurat, Vorstand des Landesbauamts in Tilsit.
Kühn, Provinzialbaurat, Vorstand des Landesbauamts in Königsberg.
Schroeder, desgl., Vorstand des Landesbauamts in Allenstein.
Delp, Landesbaumeister, Vorstand des Landesbauamts in Insterburg.

Provinz Westpreußen.

Riepe, Landesbaurat in Danzig-Langfuhr.
Hennings, desgl. in Danzig-Langfuhr.

Harnisch, Baurat, Landesbauinspektor in Danzig-Langfuhr.
Meisinger, Provinzialbaumeister in Elbing.
Charisius, Regierungsbaumeister in Danzig (Landesneubauamt).

Provinz Brandenburg.

Techow, Geh. Baurat, Landesbaurat in Berlin.
Goecke, Geh. Baurat, Professor, Provinzialkonserv., Landesbaurat in Berlin.

Friedenreich, Baurat, Landesbauinspektor in Berlin.
Neujahr, desgl. desgl. in Berlin.
Lang, Landesbauinspektor in Berlin.
Hedwig, desgl. in Berlin.
Dr. Jung, desgl. in Berlin.
Schleicher, desgl. in Berlin.

Provinz Pommern.

Drews, Geheimer Baurat, Landesbaurat in Stettin.
Viering, Landesbaumeister in Stettin.
Rabien, Regierungsbaumeister a. D., Leitung des Neubaues des Wasserkraftwerkes Altspringe (Kr. Dramburg).

Provinz Posen.

Körner, Landesbaurat in Posen.
Gravenhorst, Landesbauinspektor in Posen.
Sturm, Regierungsbaumeister in Posen.

John, Baurat, Landesbauinspektor in Lissa i. P.
Hoffmann, desgl. desgl. in Ostrowo.
Vogt, desgl. desgl. in Gnesen.
Pollatz, desgl. desgl. in Nakel.
Ziemski, desgl. desgl. in Posen.
Schönborn, desgl. desgl. in Bromberg.
Bartsch, desgl. desgl. in Meseritz.
von der Osten, Landesbauinspektor in Rogasen.
Schiller, desgl. in Krotoschin.
Freystedt, desgl. in Posen.

Provinz Schlesien.

Lau, Geh. Baurat, Landesbaurat in Breslau.
Gretschel, desgl. desgl. in Breslau.
Blümner, desgl. desgl. in Breslau.
Ansorge, Baurat, Oberlandesbauinspektor, Vorsteher des technischen Tiefbaubureaus in Breslau.

Rasch, Baurat, Landesbauinspektor in Oppeln.
Wentzel, desgl. desgl. in Breslau.
Janetzki, desgl. desgl. in Breslau.
Jahn, Landesbauinspektor in Schweidnitz.
Wolf, desgl. (Flußbauamt) in Hirschberg.
Beiersdorf, desgl. in Görlitz.
N. N., desgl. (Flußbauamt) in Liegnitz.
Kraefft, Landesbauinspektor in Breslau.
Häusel, desgl. in Breslau.
Reumann, desgl. in Breslau.
Elmer, desgl. (Flußbauamt) in Neiße.

Provinz Sachsen.

Ruprecht, Landesbaurat in Merseburg.
Hiecke, desgl., Provinzialkonservator, in Halle a. d. S.
Linsenhoff, Landesbaurat in Merseburg.
Gößlinghoff, Baurat, Landesbaumeister in Halle a. d. S., vertretungsweise mit Wahrnehmung der Geschäfte des Landesbaurats für die Straßenverwaltung beauftragt.
Ohle, Landesbaumeister in Halle a. d. S.
Vogt, Regierungsbaumeister in Merseburg.

Gößlinghoff, Baurat, Landesbaumeister in Halle a.d.S.
Schellhaas, desgl. desgl. in Erfurt.
Binkowski, desgl. desgl. in Magdeburg.
Lucko, desgl. desgl. in Wittenberg.
Nikolaus, Landesbaumeister in Mühlhausen i. Th.
Grulich, desgl. in Weißenfels.
Selig, desgl. in Eisleben.
Claußen v. Finck, desgl. in Gardelegen.
Niemack, desgl. in Stendal.

Provinz Schleswig-Holstein.

Gätjens, Landesbaurat (für Wegewesen) in Kiel.
Keßler, desgl. (für Hochbau) in Kiel.
Hinrichs, Regierungsbaumeister a.D., techn. Hilfsarbeiter (für Wegewesen) in Kiel.

Andresen, Landesbauinspektor in Pinneberg.
Küssner, desgl. in Plön.
Bruhn, desgl. in Itzehoe.
Plamböck, Baurat, Landesbauinspektor in Heide i. H.
Noesgen, Landesbauinspektor in Flensburg.
Schmidt, desgl. in Hadersleben.

Provinz Hannover.

Nessonius, Geheimer Baurat, Landesbaurat (für Straßenbau) in Hannover.
Magunna, Landesbaurat (für Hochbau) in Hannover.
Scheele (Ernst), desgl. (für Straßenbau) in Hannover.
Müller-Touraine, desgl. (für Kleinbahnen) in Hannover.
Scheele (Wilhelm), Landesbaumeister (für Hochbau) in Hannover.
Siebern, desgl., Prof., Provinzialkonservator, in Hannover.
Jordan, desgl. (für Straßenbau) in Hannover.
Meiners, desgl. (für Straßenbau) in Hannover.
Eckert, desgl. (für Straßenbau) in Hildesheim.

Brüning, Baurat, Landesbaumeister in Göttingen.
Uhthoff, desgl. desgl. in Aurich.
Gloystein, desgl. desgl. in Celle.
Vogt, desgl. desgl. in Verden.
Strebe, desgl. desgl. in Goslar.
Pagenstecher, Landesbaumeister in Osnabrück.
Heß, desgl. in Hildesheim.
Bladt, desgl. in Hannover II.

Erdmann, Landesbaumeister in Lüneburg.
Narten, desgl. in Stade.
Kesselhut, desgl. in Uelzen.
Metz, desgl. in Geestemünde.
Grote, desgl. in Lingen.
Carl, desgl. in Leer.
Westermann, desgl. in Northeim.
v. Reiche, desgl. in Nienburg.

Provinz Westfalen.

Waldeck, Geh. Baurat, Landesrat u. Landesbaurat (für Tiefbau) in Münster.
Zimmermann, Landesrat und Landesbaurat (für Hochbau) in Münster.
Heidtmann, Provinzialbaurat in Münster.
Teutschbein, Landesbauinspektor (Kleinbahnabteilung) in Münster.

Schmidts, Baurat, Provinzialbaurat in Hagen.
Vaal, desgl. desgl. in Münster.
Schleutker, Provinzialbaurat in Paderborn.
Tiedtke, desgl. in Dortmund.
Laar, desgl. in Bielefeld.
Schleppinghoff, desgl. in Bochum.
Müller, Landesbauinspektor in Siegen.
Planeth, desgl. in Soest.
Mitsdörffer, desgl. in Meschede.

Provinz Hessen-Nassau.

a) Bezirksverband des Regierungsbezirks Cassel.

Hasselbach, Baurat, Landesbaumeister, beauftragt mit den Geschäften des Vorstandes der Abteilung IV in Cassel.
Dr.-Ing. Dr. Holtmeyer, Baurat, Landesbaumeister (für die Inventarisation der Bau- und Kunstdenkmäler für den Regierungsbezirk Cassel), Bezirkskonservator in Cassel.
Röse, Baurat, Landesbaumeister, technischer Hilfsarbeiter in Cassel.
Fitz, Baurat, Landesbaumeister, bautechnischer und Revisionsbeamter bei der Hessischen Brandversicherungsanstalt in Cassel.

Xylander, Baurat, Landesbaumeister in Hersfeld.
Wohlfarth, desgl. desgl. in Hanau.
Lambrecht, desgl. desgl. in Hofgeismar.
Köster, Landesbauinspektor in Cassel.
Winkler, Landesbaumeister in Gelnhausen.
Schmohl, desgl. in Marburg.
Jacob, desgl. in Eschwege.
Vespermann, desgl. in Treysa.
Beck, desgl. in Rotenburg a. d. F.
Wolff, desgl. in Fulda.

b) Bezirksverband des Regierungsbezirks Wiesbaden.

Leon, Baurat, Landesbaurat in Wiesbaden.
Müller (Kurt), Landesbaumeister (für Hochbauten) in Wiesbaden.

Bethäuser, Landesbauinspektor, Brandversicherungsinspektor der Nassauischen Brandversicherungsanstalt in Wiesbaden.

Sauer, Baurat, Vorstand des Landesbauamts in Wiesbaden.
Scherer, desgl. desgl. in Idstein i. T.
Ameke, desgl. desgl. in Diez a. d. L.
Henning, desgl. desgl. in Oberlahnstein.
Rohde, desgl. desgl. in Dillenburg.
Wernecke, desgl. desgl. in Frankfurt a. M.
Schneiders, Landesbaumstr. in Marienberg.
Müller (Karl), desgl. in Montabaur.

Rheinprovinz.

Ostrop, Geheimer Baurat, Landesbaurat (für Hochbau) in Düsseldorf.
Schweitzer, Baurat, Landesbaurat (für Tiefbau), Dirigent der Abteilung für Straßenbauwesen in Düsseldorf.
Esser, Baurat, Landesbaurat (für Tiefbau) in Düsseldorf.
Quentell, desgl. desgl. (für Tiefbau) in Düsseldorf.
Baltzer, Landesbaurat (für Hochbau) in Düsseldorf.
Thomann, Baurat, Landesbauinspektor (für Tiefbau) in Düsseldorf.
Hirschhorn, Landesbauinspektor (für Hochbau) in Düsseldorf.
Lindmüller, Landesbauinspektor (für Tiefbau) in Düsseldorf.
Penners, Regierungsbaumeister (für Hochbau) in Euskirchen.
Schlenstedt, desgl. (für Tiefbau) in Kochem.

Hasse, Baurat, Landesbauinspekt. in Siegburg.
Becker, desgl. desgl. in Koblenz.
Weyland, desgl. desgl. in Bonn.
Musset, desgl. desgl. in Düsseldorf.
Hübers, desgl. desgl. in Köln-Lindenthal.
Inhoffen, desgl. desgl. in Aachen Süd.
Heinekamp, Landesbauinspektor in Krefeld.
Becker, desgl. in Trier.
Lenck, desgl. in Cleve.
Crescioli, desgl. in Saarbrücken.
Schreck, desgl. in Kreuznach.
Scharlibbe, desgl. in Gummersbach.
Starcke, desgl. in Prüm.
Doergens, desgl. in Kochem.
Russell, desgl. in Aachen Nord.

Hohenzollernsche Lande.

Leibbrand, Geheimer Baurat, Landesbaurat in Sigmaringen.

IV. Bei der Reichsverwaltung.

A. Beim Auswärtigen Amt.

Deutsches Institut für Ägyptische Altertumskunde.

Dr. Borchardt, Professor, Geheimer Regierungsrat, in Kairo.

B. Beim Reichs-Kolonialamt.

a) Zentralverwaltung.

Baltzer, Kaiserl. Geheimer Oberbaurat und vortragender Rat.
Fischer, desgl. desgl.
Ruthe, Kaiserl. Regierungs- und Baurat.
Schubert, desgl.
Wilsdorf, Regierungsbaumeister.

b) Schutzgebiet Deutsch-Ostafrika.

Brandes, Kaiserl. Regierungs- und Baurat, Baureferent.
Allmaras, desgl., Eisenbahn-Referent.
Koenig, Baurat, Leiter des Bauwesens.
Batzner, Regierungsbaumeister, Leiter des Eisenbahnwesens.
Kroeber, Diplomingenieur, desgl.
Lieb, Regierungsbaumeister.
Heckel, desgl.
Molfenter, desgl.
Kessler, Regierungsbaumeister.
Schmidt (Joh.), desgl.
Becker (Kurt), desgl.
Heckt, desgl.
Ackermann, desgl.
Strube, Diplomingenieur.

c) Schutzgebiet Kamerun.

Eitel, Regierungsbaumeister, Leiter des Eisenbahnwesens.
Andreä, Regierungsbaumeister.
Kalweit, desgl.
Bundschuh, desgl.
Dr.-Ing. Eifler, desgl.
Helle, desgl.
Mayer, desgl.
Günther, desgl.
Pick, desgl.
Bartling, Diplomingenieur.
Dreier, desgl.

d) Schutzgebiet Togo.

Laverrenz, Regierungsbaumeister, Leiter des Eisenbahnwesens.
Schulemann, Regierungsbaumeister.

e) Schutzgebiet Deutsch-Südwestafrika.

Reinhardt, Kaiserl. Regierungs- und Baurat, Referent des Eisenbahnwesens.
Wellmann, Königl. Regierungs- u. Baurat, Leiter des Seebauwesens.
Weiske, Eisenbahn-Betriebsdirektor.
Redecker, Baumeister, Leiter des Hochbauwesens.
Steiner, Regierungsbaumeister, Sachverständiger für Dammbau.
Lohse, Regierungsbaumeister.
Herrmann, desgl.
Schmidt (Gustav), desgl.

f) Schutzgebiet Neu-Guinea.

Dr. Lederer, Kaiserl. Regierungs- und Baurat, Bau-Referent.

C. Beim Reichsamt des Innern.

Hückels, Kaiserlicher Wirklicher Geheimer Oberbaurat und vortragender Rat.

Herrmann, Kaiserlicher Geheimer Baurat, ständiger Hilfsarbeiter.

Schunke, Direktor [mit dem Range eines Rates III. Klasse] des Schiffsvermessungsamtes in Berlin.

Reichsversicherungsamt.

Dr.-Ing. Hartmann (Konrad), Senatspräsident, Kaiserl. Geheimer Regierungsrat, Königl. Preuß. Professor.

Hermann (Hans Paul), Regierungsbaumeister, Hilfsarbeiter.

Reichsversicherungsanstalt für Angestellte.

Seifert, Kaiserl. Regierungsrat.

Reichsgesundheitsrat.

Keller, H., Geheimer Oberbaurat, vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin.

Dr.-Ing. Jahn, Regierungsrat, Reichsinspektor für die Schiffsingenieur- und Maschinistenprüfungen.

Dr.-Ing. Meuth, Königl. Württemberg. Baurat, Mitglied der Kaiserl. Normaleichungskommission.

Kaiserliches Kanalamt in Kiel.

a) Reichsbeamte.

Lütjohann, Geheimer Baurat, Kaiserl. Regierungs- und Baurat, in Kiel.
Hayßen, Kaiserl. Regierungsbaumeister, in Holtenau.
Wermser, desgl. in Rendsburg.
Bohlmann, desgl. in Brunsbüttelkoog.
Sohn, Vorsteher der Plankammer und des techn. Bureaus, in Kiel.

b) Für den Erweiterungsbau überwiesene Königl. Preuß. Baubeamte.

Schultz (Hans W.), Geh. Baurat, Königl. Regierungs- u. Baurat, technischer Leiter des Erweiterungsbaues, in Kiel.
Voß, Königl. Baurat, Vorsteher des Brückenbauamts, in Kiel.
Jacobi, Königl. Regierungsbaumeister (W.), Hilfsarbeiter beim Bauamt II, in Burg i. Dithmarschen.

D. Beim Reichsschatzamt.

Müßigbrodt, Kaiserl. Geheimer Oberbaurat und vortragender Rat, Professor in Berlin.

E. Bei der Reichsbank.

Dr.-Ing. Nitze (Philipp), Kaiserl. Regierungs- und Baurat, ständiger Hilfsarbeiter bei dem Reichsbankdirektorium, in Berlin.

F. Bei dem Reichs-Eisenbahnamt.

Petri, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, vortragender Rat, Stellvertreter des Präsidenten, in Berlin.

Lohse, Geheimer Oberbaurat, vortragender Rat, in Berlin.
Diesel, desgl. desgl. in Berlin.

Gadow, Geh. Oberbaurat, vortragender Rat, in Berlin.
Löwel, Geh. Baurat, vortr. Rat in Berlin.

G. Bei dem Reichsamte für die Verwaltung der Reichseisenbahnen.

Reiffen, Geheimer Oberbaurat, vortragender Rat, in Berlin.
Zirkler, Geheimer Oberbaurat, vortragender Rat, in Berlin.
Dr.-Ing. Kommerell, Baurat in Berlin.

Bei den Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen und der Wilhelm-Luxemburg-Eisenbahn.

a) Bei der Betriebsverwaltung der Reichseisenbahnen.

Abteilungsvorsteher:

Rhode, Oberbaurat, ständiger Vertreter des Präsidenten.
v. Bose, Ober- und Geheimer Baurat.
Rohr, Oberbaurat.

Mitglieder der Generaldirektion:

Roth, Geheimer Baurat.
Fleck, desgl.
Wagner, Regierungs- und Baurat.
Storm, desgl.
Dircksen, desgl.
Scheuffele, desgl.
Baltin, desgl.
Koch, desgl.
Caesar, desgl.
Kilp, desgl.
Budczies, desgl.
Renz, desgl.
Fuchs, desgl.
Frey, desgl.

Hilfsarbeiter der Generaldirektion:

Clemens, Baurat.
Dr.-Ing. Jordan, desgl.
Richard, desgl.
Stoeckicht, desgl.
Beyer, Regierungsbaumeister.
Fesser, desgl. (Sämtlich in Straßburg.)

Amtsvorstände:

Kaeser, Geheimer Baurat, Vorstand des Betriebsamts in Kolmar.
Lawaczeck, Geheimer Baurat, Vorstand des Betriebsamts 1 in Straßburg.
Kuntz, Geheimer Baurat, Vorstand des Werkstättenamts *A* in Bischheim.
Drum, Baurat, Vorstand des Betriebsamts 1 in Saargemünd.
Antony, Baurat, Vorstand des Betriebsamts 2 in Saargemünd.
Goebel, Baurat, Vorstand des Betriebsamts in Hagenau.
Reisenegger, Baurat, Vorstand des Maschinenamts in Saargemünd.
Hartmann, Baurat, Vorstand des Betriebsamts 2 in Straßburg.
Weih, Baurat, Vorstand des Betriebsamts 3 in Saargemünd.
Conrad, Baurat, Vorstand des Betriebsamts 1 in Metz.
Bergmann, Baurat, Vorstand des Maschinenamts in Straßburg.
Brenner, Baurat, Vorstand des Maschinenamts in Mülhausen.
Winkelhaus, Baurat, Vorstand des Betriebsamts 1 in Diedenhofen.
Klockow, Baurat, Vorstand des Werkstättenamts in Mülhausen.
Custodis, Baurat, Vorstand des Maschinenamts in Metz.
Jordan (Karl), Baurat, Vorstand des Betriebsamts in Schlettstadt.
Marquardt, Baurat, Vorstand des Betriebsamts 1 in Saarburg.
Schweth, Baurat, Vorstand des Betriebsamts 1 in Mülhausen.
Ewald, Baurat, Vorstand des Betriebsamts 2 in Mülhausen.
Stübel, Regierungsbaumeister, Vorstand des Betriebsamts 2 in Diedenhofen.

Wetzlich, Regierungsbaumeister, Vorstand des Betriebsamts 2 in Saarburg.

Lohmann, desgl., auftrw. Vorstand des Betriebsamts 2 in Metz.

Koller, desgl., auftrw. Vorstand des Betriebsamts 3 in Metz.

Labrosse, desgl., beim Betriebsamt Diedenhofen 1.

Fröhlich, desgl., Vorstand der Bauabteilung in Merzig.

Ammermann, desgl., Vorstand des Werkstättenamts *A* in Montigny.

Lentz, desgl., Vorstand des Maschinenamts in Diedenhofen.

Hey, desgl., Vorstand der Bauabteilung 1 in Mülhausen.

Borchers, Regierungsbaumeister, Vorstand der Bauabteilung 2 in Saarburg und in Mülhausen.

Kretschmer, desgl., Vorstand des Werkstättenamts *B* in Bischheim.

Fraustadt, desgl., Vorstand der Bauabteilung in St. Ludwig.

Scherer, desgl., Vorstand der Bauabteilung 1 in Saarburg.

Klumpp, desgl., Vorstand des Werkstättenamts *B* in Montigny.

Münzer, desgl., Vorstand der Bauabteilung in Straßburg.

Sturm, desgl., Vorstand der Bauabteilung in Metz.

Klemme, desgl., auftrw. Vorstand des Werkstättenamts Niederjeutz.

b) Bei der der Kaiserl. Generaldirektion der Eisenbahnen in Elsaß-Lothringen unterstellten Wilhelm-Luxemburg-Bahn.

Amtsvorstände:

Spach, Baurat, Vorstand des Betriebsamts 1 in Luxemburg.

Caspar, Baurat, Vorstand des Betriebsamts 2 in Luxemburg.

Hammes, Baurat, Vorstand des Betriebsamts 3 in Luxemburg.

Seidel, Baurat, Vorstand des Maschinenamts in Luxemburg.

Andrae, Regierungsbaumeister, Vorstand der Bauabteilung 4 in Luxemburg.

Esser, Regierungsbaumeister beim Maschinenamt in Luxemburg.

H. Bei der Reichs-Post- und Telegraphenverwaltung.

Buddeberg, Geheimer Baurat, vortragender Rat im Reichs-Postamt in Berlin.
Lerche, Baurat, Ober-Telegrapheningenieur in Berlin.
Hoffmann (Kurt), Telegrapheningenieur in Berlin.

Hintze, Geheimer Baurat, Postbaurat in Stettin.
Schaeffer, desgl. desgl. in Hannover.
Winckler, desgl. desgl. in Dresden.
Prinzhausen, desgl. desgl. in Königsberg (Pr.).
Struve, desgl. desgl. in Berlin.
Wohlbrück, desgl. desgl. in Schwerin.
Robrade, desgl. desgl. in Breslau.
Eiselen, Postbaurat in Cassel.
Wildfang, desgl. in Leipzig.
Langhoff, Postbaurat in Düsseldorf.
Wittholt, desgl. in Magdeburg.
Spalding, desgl. in Berlin.
Wiese, desgl. in Erfurt.
Sucksdorff, desgl. in Straßburg (Els.).
Ratzeburg, desgl. in Halle a. d. S.
Höfig, desgl. in Frankfurt a. M.
Meyer, desgl. in Berlin.
Auhagen, desgl. in Düsseldorf.
Echternach, desgl. in Potsdam.
Deetz, desgl. in Köln.
Peisker, desgl. in Karlsruhe (Baden).
Kasten, Baurat, Postbauinspektor in Berlin.
Friebe, Baurat in Dortmund.
Rahm, Baurat, Postbauinspektor in Berlin.
Martini, Baurat in Hamburg.
Bertram, Baurat, Postbauinspektor in Danzig.
Hoffmann (Willy), Regierungsbaumeister in Berlin.
Pein, Regierungsbaumeister in Gumbinnen.
Berghoff, desgl. in Hamburg.
Naumann, desgl. in Posen.
Hubrig, desgl. in Leipzig.
Lempp, desgl. in Berlin.
Seckt, desgl. in Berlin-Friedenau.
Hake, desgl. in Mülhausen (Els.).
Tietze, desgl. in Köln.
Schrock, desgl. in Frankfurt a. M.

Bei der Reichsdruckerei in Berlin:

Rubach, Geheimer Regierungsrat.
Dr.-Ing. Nicolaus, Baurat.
Gaedicke, Regierungsbaumeister.

Hasak, Regierungs- und Baurat, Mitglied des künstlerischen Sachverständigen-Ausschusses der Reichsdruckerei in Berlin.

I. Bei dem preußischen Kriegsministerium in Berlin und im Ressort desselben.

a) Im Ministerium.

Bauabteilung.

Wutsdorff, Geh. Oberbaurat, Abteilungschef.

a) Vortragende Räte.

Schultze, Geheimer Baurat.
Wellroff, desgl.
Zeyß, desgl.
Wefels, desgl.
Gerstenberg, desgl.
Meyer (Martin), desgl.

b) Hilfsreferent.

Krebs, Intendantur- und Baurat.

c) Technische Hilfsarbeiter.

Klatten, Baurat.
Bruker, Regierungsbaumeister.
Richter (Erich), desgl.
Dohmen, desgl.
Kemper, desgl.
Schmidt (Alfred), desgl.
Wiesen, desgl. (z. Zt. in Brüssel).
Schultze (Kurt), desgl., nicht etatm.
Arnade, desgl., desgl.
Roßkotten, desgl., desgl.

b) Bei Provinzialverwaltungsbehörden.

1. Bei dem Garde-Korps.

Rudelius, Intendantur- u. Baurat in Berlin.
Ludwig, desgl. in Berlin.
Klingelhöffer, Baurat in Potsdam II.
Prey, Regierungsbaumeister in Berlin III.
Pospieszalski, desgl. in Berlin V.
Köhler, desgl. in Berlin II.

2. Bei dem I. Armee-Korps.

Boettcher (Friedr.), Intendantur- und Baurat in Königsberg i. Pr.
John, desgl. in Königsberg i. Pr.
Wiesebaum, Baurat in Gumbinnen.
Tischmeyer, desgl. in Königsberg i. Pr.
Boettcher (Oskar), desgl. in Königsberg i. Pr. I.
Luedecke, desgl. in Königsberg i. Pr. III, zur Zeit in Brest-Litowsk.
Huntemüller, Regierungsbaumeister, technischer Hilfsarbeiter b. d. Intendantur des I. A.-K. in Königsberg i. Pr.
Ahrendts, Regierungsbaumeister in Königsberg i. Pr. II.
Ahlemann, desgl. in Insterburg.
Böhm, desgl. in Angerburg.
Zwingmann, desgl. in Insterburg.

3. Bei dem II. Armee-Korps.

Kneisler, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- u. Baurat in Stettin.
Sonnenburg, Intendantur- und Baurat in Stettin.
Doege, Baurat in Stettin I.
Goßner, desgl. in Kolberg.
Schwenk, desgl. in Stralsund.
Metternich, Regierungsbaumeister in Bromberg.
Münster, desgl. in Schneidemühl.
Gressung, desgl. in Stettin II.
Stegmann, desgl. in Stettin.

4. Bei dem III. Armee-Korps.

Knirck, Intendantur- und Baurat in Berlin.
Dr.-Ing. Meyer, desgl. in Berlin.
Berghaus, Baurat in Frankfurt a. d. O.
Graßmann, desgl. in Küstrin.
Doepner, Reg.-Baumeister in Spandau I.
Erler, desgl. in Jüterbog.
Herm, desgl. in Berlin VI.
Cramer, desgl. in Spandau.
Krause, desgl. in Jüterbog.
Voß, desgl. in Frankfurt a. d. O.
Andreae, desgl. in Küstrin.

5. Bei dem IV. Armee-Korps.

Jacoby, Intendantur- u. Baurat in Magdeburg.
Schulz, desgl. in Magdeburg.
Schirmacher, Baurat in Magdeburg II.
Rahmlow, desgl. in Magdeburg III.
May, Regierungsbaumeister in Halle a. d. S.
Groß, desgl. in Wittenberg.
Schmidt (Julius), desgl. in Magdeburg I.
Endert, desgl. in Magdeburg.

6. Bei dem V. Armee-Korps.

Machwirth, Intendant.- u. Baurat in Posen.
Stegmann, Baurat, beauftr. mit Wahrn. einer Intendantur- und Bauratstelle in Posen.
Paepke, Baurat in Liegnitz.
Liebenau, desgl. in Glogau.
Volk, desgl. in Posen III.
Zimmermann, desgl. in Posen I.
Rulff, desgl. in Posen.
Beyer, Regierungsbaumeister in Posen II.
Rauscher, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des V. A.-K. in Posen, z. Z. in Grodno.
Ismer, Regierungsbaumeister in Hirschberg.
Daehn, desgl. in Sagan.
Grimpe, desgl. in Posen.
Löcher, desgl. in Liegnitz.

7. Bei dem VI. Armee-Korps.

Borowski, Intendantur- u. Baurat in Breslau.
Gortzitza, desgl. in Breslau.
Trautmann, Baurat in Breslau II.
Teichmann, desgl. in Breslau I.
Zejsing, desgl. in Neiße.
Clouth, Regierungsbaumeister in Gleiwitz.
König, desgl. in Tarnowitz.
Langen, desgl. in Gleiwitz, z. Zt. in Gent.
Hasche, desgl. in Breslau.
Appelt, desgl. in Gleiwitz, z. Z. in Schaulen.
Asbach, desgl. in Glatz.

8. Bei dem VII. Armee-Korps.

Rathke, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- und Baurat in Münster.
Goedtke v. Adlersberg, Baurat, beauftr. mit Wahrn. einer Intendantur- und Bauratstelle in Münster.
Koppers, Baurat in Düsseldorf.
Graebner, desgl. in Paderborn.
Kringel, desgl. in Wesel.
Elle, Regierungsbaumeister in Münster.
Sponholz, desgl. in Minden.
Rudnicki, desgl. in Münster.
Wagner (Karl), desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des VII. A.-K. in Münster.

9. Bei dem VIII. Armee-Korps.

Benetsch, Intendantur- u. Baurat in Koblenz.
Mayr, desgl. in Koblenz.
Roeßler, Baurat in Köln I.
Kaiser, desgl. in Koblenz I.
Gottke, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des VIII. A.-K. in Koblenz.
Richter (Karl), Baurat in Köln II.
Wagner (Max), Reg.-Baumeister in Köln III.
Pfleiderer, desgl. in Bonn.
Schultze, desgl. in Koblenz II.
Baumgärtner, desgl. in Aachen (z. Zt. in Lüttich).
Cudell, desgl. in Köln.
Bielefeldt, desgl. in Trier.

10. Bei dem IX. Armee-Korps.

Goebel, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- u. Baurat in Altona.
Sorge, Intendantur- und Baurat in Altona.
Hagemann, Baurat in Altona II.
Steinebach, desgl. in Ratzeburg.
Jacobi, desgl. in Altona I.
Hunger, desgl. in Lübeck.
Sonnenburg, Reg.-Baumeister in Schwerin.
Bösenberg, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des IX. A.-K. in Altona.

11. Bei dem X. Armee-Korps.

Siburg, Intendantur- u. Baurat in Hannover.
Maseke, desgl. in Hannover.
Herzog, Baurat, techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des X. A.-K. in Hannover.
Schwetge, Baurat in Braunschweig.
Müller, desgl. in Hannover II.
Ahrendt, desgl. in Oldenburg.
Kahl, Regierungsbaumeister in Hannover I.
Kunert, desgl. in Hannover.
Ellerbrock, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des X. A.-K. in Hannover, z. Z. in Wilna.
Gentz, Regierungsbaumeister in Hannover.
Soppart, desgl. in Hannover.

12. Bei dem XI. Armee-Korps.

Stahr, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- und Baurat in Cassel.
Benda, Intendantur- und Baurat in Cassel, z. Z. in Warschau.
Stuckhardt, Baurat in Erfurt I.
Scholze, desgl. in Erfurt II.
Stroh, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des XI. A.-K. in Cassel.
Schettler (Johannes), Regierungsbaumeister in Cassel I.
Dupont, desgl. in Cassel.
Glüer, desgl. in Cassel II.
Gallwitz, desgl. in Ohrdruf.
Behrend, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des XI. A.-K. in Cassel.

13. Bei dem XIV. Armee-Korps.

Schlitte, Intendantur- u. Baurat in Karlsruhe.
Rothacker, desgl. in Karlsruhe.
Berninger, Baurat, techn. Hilfarbeiter bei der Intendantur des XIV. A.-K. in Karlsruhe.
Seebold, Baurat in Karlsruhe.
Behnen, Regierungsbaumeister in Rastatt.
Thomaschky, desgl. in Freiburg i. B.
Weitz, desgl. in Karlsruhe.

14. Bei dem XV. Armee-Korps.

Breisig, Intendantur- und Baurat in Straßburg i. E.
Elsäßer, desgl. in Straßburg i. E.
Mebert, Baurat in Straßburg i. E. III.
Graeßner, desgl. in Straßburg i. E. I.
Schmidt, desgl. in Straßburg II,
Till, Reg.-Baumeister in Straßburg i. E. IV, z. Zt. in Namur.
Haas, desgl. in Kolmar.
Rosenthal, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des XV. A.-K. in Straßburg i. E.

15. Bei dem XVI. Armee-Korps.

Gabe, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- und Baurat in Metz.
Stürmer, Intendantur- und Baurat in Metz.
Herzfeld, Baurat in Metz IV.
Kraft, desgl., technischer Hilfsarbeiter bei der Intendantur des XVI. A.-K. in Metz.
Wigand, Baurat in Metz II.
Ernst, Regierungsbaumeister in Metz III.
Lauer, desgl. in Metz.
Bohne, desgl. in St. Avold.
Didier, desgl. in Saarlouis.

16. Bei dem XVII. Armee-Korps.

Rohlfing, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- und Baurat in Danzig.
Soenderop, desgl. in Danzig.
Leeg, Baurat in Danzig I.
Maillard, desgl. in Danzig II.
Köhler, Baurat, techn. Hilfsarb. bei der Intendantur des XVII. A.-K. in Danzig.
Krieger, Baurat in Graudenz, z. Z. in Warschau.
Schnitzel-Groß, Regierungsbaumeister in Danzig III, z. Z. in Warschau.
Meyer (Kurt), desgl. in Thorn II.
Klewitz, desgl. in Thorn I.

17. Bei dem XVIII. Armee-Korps.

Knitterscheid, Geheimer Baurat (charakt.), Intend.- u. Baurat in Frankfurt a. M.
Koppen, Intendantur- und Baurat in Frankfurt a. M.
Kolb, Baurat in Darmstadt.
Schrader, desgl. in Mainz II.
Albert, desgl. in Mainz III.
Mattel, desgl. in Hanau.
Porath, desgl. in Mainz I.
Geißler, Regierungsbaumeister in Gießen.
Schulenburg, desgl. in Frankfurt a. M.
v. Wegerer, desgl., technischer Hilfsarbeiter bei der Intendantur des XVIII. A.-K. in Frankfurt a. M.
Lincke, Regierungsbaumeister in Darmstadt (beurlaubt).
Linz, desgl. in Mainz.

18. Bei dem XX. Armee-Korps.

Baehr, Intendantur- und Baurat in Allenstein, z. Z. in Brüssel.
Herold, desgl. in Allenstein.
Schwanbeck, desgl. in Allenstein.
Studemund, Regierungsbaumeister in Loetzen.
Kranz, Baurat in Deutsch-Eylau.
Seiler, desgl. in Marienburg.
Engler, desgl. in Allenstein.

19. Bei dem XXI. Armee-Korps.

Pfaff, Intendantur- u. Baurat in Saarbrücken.
Klein, desgl. in Saarbrücken.
Gerhardt, Regierungsbaumeister in Hagenau.
Metzner, Baurat in Saarburg.
Keim, Regierungsbaumeister in Saarbrücken.
Tuscher, desgl. in Bitsch.

20. Bei der Intendantur der militärischen Institute.

Dr.-Ing. Weiß, Intendantur- und Baurat in Berlin.
Hirschberger, Baurat, beauftr. mit Wahrn. einer Intendant.- u. Bauratstelle in Berlin.
Weisenberg, Baurat in Berlin VII.
Bender, desgl. in Berlin VIII, z. Z. Feld-Intendantur- und Baurat in Kowno.
Boerschmann, Baurat, techn. Hilfsarb. bei der Intendantur der mil. Institute in Berlin.
Greim, Regierungsbaumeister in Spandau III.
Reichle, desgl. in Spandau IV.
Hochstädt, desgl. in Wünsdorf.
Spieß, desgl. in Berlin.
Öhlmann, desgl. in Plaue.
Fromm, Reg.-Baumeister, techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur der milit. Institute in Berlin, z. Z. in Jambol (Bulgarien).
Schettler (Erich), Reg.-Baumeister in Berlin.

21. Bei der Intendantur des Militär-Verkehrswesens.

Duerdoth, Baurat in Berlin IX.
Bredtschneider, Regierungsbaumeister in Berlin-Lankwitz.

22. Bei der Intendantur der Luftstreitkräfte.

Rost, Intendantur- und Baurat in Berlin.
Hugger, Regierungsbaumeister in Berlin I.

Verzeichnis der Mitglieder der Akademie des Bauwesens in Berlin.

Präsident: Dr.-Ing. Hinckeldeyn, Wirkl. Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor (s. A. a. Nr. 1).
Stellvertreter: v. Doemming, Wirkl. Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor a. D. (s. B. a. Nr. 2).

A. Abteilung I für den Hochbau.

a) Ordentliche Mitglieder.

1. Dr.-Ing. Hinckeldeyn, Wirkl. Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor, Präsident und Abteilungsdirigent.
2. Dr.-Ing. Dr. Thür, Wirkl. Geheimer Oberbaurat, Stellvertreter des Abteilungsdirigenten.
3. Borrmann, Geheimer Baurat, Professor.
4. Geyer, Oberhofbaurat.
5. Dr.-Ing. Hoffmann, L., Geheimer Baurat, Stadtbaurat.
6. v. Ihne, Wirkl. Geheimer Oberhofbaurat, Exzellenz, Hofarchitekt.
7. Dr.-Ing. Kayser, Geheimer Baurat, Professor.
8. Lutsch, Wirkl. Geh. Oberregierungsrat, Konservator der Kunstdenkmäler.
9. Reimann, Wirkl. Geheimer Oberbaurat.
10. Schwechten, Geheimer Baurat, Professor, Präsident der Akademie der Künste.
11. Seeling, Baurat, Stadtbaurat.
12. Thoemer, Wirkl. Geheimer Oberbaurat.
13. Wolff, F., Geheimer Baurat, Professor.
14. Wutsdorff, Geheimer Oberbaurat.

b) Außerordentliche Mitglieder.

1. hiesige.

1. Dr. v. Bode, Wirklicher Geheimer Rat, Exzellenz, Generaldirektor der Königl. Museen.
2. Cremer, Geheimer Baurat, Professor.
3. Fürstenau, Geheimer Oberbaurat.
4. Hartmann, A., Architekt.
5. Hartung, Geh Regierungsrat, Professor.
6. Kampf, Direktor der akadem. Hochschule für die bildenden Künste, Professor.
7. Rüdell, Geheimer Oberbaurat.
8. Saran, Geheimer Oberbaurat.
9. Dr. Schaper, F., Professor, Bildhauer.
10. Schultze, R., Geheimer Oberbaurat.
11. Dr.-Ing. Stübben, Geh. Oberbaurat.
12. Wolffenstein, Geheimer Baurat.
13. Zaar, Karl, Professor.

2. auswärtige.

14. Dr.-Ing. Dr. Durm, Oberbaudirektor a. D., Geheimer Rat zweiter Klasse, Professor, in Karlsruhe.
15. Eggert, Geh. Oberbaurat in Weimar.
16. Dr.-Ing. Grässel, Städt. Baurat, Professor in München.
17. v. Hoven, Baurat, in Frankfurt a. M.
18. Dr. v. Thiersch, Friedr., Professor, Geheimer Hofrat, in München.
19. Tornow, Regierungs- und Baurat a. D., in Chazelles bei Metz.

B. Abteilung II für das Ingenieur- und Maschinenwesen.

a) Ordentliche Mitglieder.

1. Dr.-Ing. Schroeder, Wirkl. Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor a. D., Abteilungsdirigent.
2. v. Doemming, Wirkl. Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor a. D., Stellvertreter des Präsidenten u. des Abteilungsdirigenten.
3. Dr.-Ing. Blum, Wirklicher Geheimer Oberbaurat.
4. Dorner, Ministerial- u. Oberbaudirektor.
5. Germelmann, Wirkl. Geh. Oberbaurat.
6. Kriesche, Wirkl. Geh. Oberbaurat.
7. Kummer, Oberbaudirektor a. D., Prof.
8. Dr.-Ing. Müller-Breslau, Geheimer Regierungsrat, Professor.
9. Dr.-Ing. Müller, Wirklicher Geheimer Oberbaurat.
10. Dr.-Ing. v. Münstermann, Wirklicher Geheimer Oberbaurat.
11. Dr.-Ing. Pintsch, R., Geheimer Kommerzienrat.
12. Dr.-Ing. v. Siemens, W., Geheimer Regierungsrat.
13. Dr.-Ing. Wichert, Wirkl. Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor.
14. Wiesner, Wirkl. Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor a. D.
15. Dr.-Ing. Dr. Zimmermann, Wirklicher Geheimer Oberbaurat.

b) Außerordentliche Mitglieder.

1. hiesige.

1. Eich, Geheimer Oberbaurat.
2. Gerhardt, Wirkl. Geheimer Oberbaurat.
3. Hoffmann, Wirkl. Geheimer Oberbaurat.
4. Dr.-Ing. Keller, Wirkl. Geheimer Oberbaurat.
5. Dr. Klingenberg, Professor.
6. Koch, L., Wirkl. Geheimer Oberbaurat.
7. Labes, Geheimer Oberbaurat.
8. Dr.-Ing. Lauter, Geh. Baurat, Direktor.
9. Mönch, Geheimer Oberbaurat.
10. Roeder, Wirkl. Geheimer Oberbaurat.
11. Sarre, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Präsident d. Eisenbahn-Zentralamts.
12. Seydel, Th., Baurat.
13. Suadicani, Ober- u. Geheimer Baurat.
14. Dr.-Ing. Sympher, Ministerial- und Oberbaudirektor.
15. Wittfeld, Geheimer Oberbaurat.

2. auswärtige.

16. Dr.-Ing. v. Bach, Staatsrat, Baudirektor, Professor, in Stuttgart.
17. Bubendey, Geheimer Baurat, Professor, Wasserbaudirektor, in Hamburg.
18. Dr.-Ing. Engels, Geheimer Hofrat, Professor, in Dresden.
19. Dr.-Ing. Engeßer, Geheimer Oberbaurat, Professor, in Karlsruhe.
20. Kittel, Oberbaurat, in Stuttgart.
21. Dr.-Ing. Launhardt, Geheimer Regierungsrat, Professor, in Hannover.
22. v. Miller, Reichsrat, in München.
23. Dr.-Ing. Rehder, Oberbaudirektor, in Lübeck.
24. Dr.-Ing. Dr. v. Rieppel, A., Geh. Baurat, General-Direktor d. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg in Nürnberg.
25. Dr.-Ing. Dr. Ulbricht, Präsident der Generaldirektion der Staatseisenbahnen, in Dresden.
26. Dr.-Ing. Ziese, Geh. Kommerzienrat in Elbing.

Verzeichnis der Mitglieder des Technischen Oberprüfungsamts in Berlin.

Präsident: Dr.-Ing. Schroeder, Wirkl. Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor a. D.

Stellvertreter: v. Doemming, Wirkl. Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor a. D.

Mitglieder.

Dr.-Ing. Blum, Wirkl. Geheimer Oberbaurat (E.), Abteilungsvorsteher.
Brosche, Geheimer Oberbaurat (E.), Stellvertreter des Abteilungsvorstehers.
Delius, Geheimer Oberbaurat (H.).
v. Doemming, Wirklicher Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor a. D. (W.), Abteilungsvorsteher.
Domschke, Geheimer Oberbaurat (M.).
Gerhardt, Wirkl. Geheimer Oberbaurat (W.).
Germelmann, Wirklicher Geheimer Oberbaurat (W.), Stellvertreter des Abteilungsvorstehers.
Grantz, Geheimer Regierungsrat, Prof. (W.).
Hoogen, Geheimer Oberbaurat (E.).
Dr.-Ing. Keller, Wirklicher Geheimer Oberbaurat (W.).
Kraefft, Geheimer Baurat (E.).
Krause, Geheimer Baurat, Stadtbaurat (W.).
Kumbier, Geheimer Baurat (E.).
Kunze, Geheimer Oberbaurat (M.).
Labes, Geheimer Oberbaurat (E.).
Loch, Geheimer Baurat (M.).
Mellin, Geheimer Baurat (E.).
Mühlke, Geheimer Baurat (H.).
Dr.-Ing. Müller, Wirkl. Geheimer Oberbaurat (M.), Stellvertreter des Abteilungsvorstehers.
Dr.-Ing. Müller-Breslau, Geheimer Regierungsrat, Professor (E).
Nolda, Wirklicher Geheimer Oberbaurat (W.).
Rüdell, Geheimer Oberbaurat (H.).
Saal, Geheimer Oberbaurat (H.), Stellvertreter des Abteilungsvorstehers.
Saran, Geheimer Oberbaurat (H.).
Schnapp, Geheimer Baurat (W.).
Suadicani, Ober- und Geheimer Baurat (E.).
Dr.-Ing. Sympher, Ministerial- und Oberbaudirektor (W.).
Thoemer, Wirkl. Geheimer Oberbaurat (H.), Abteilungsvorsteher.
Uber, Geheimer Oberbaurat (H.).
Dr.-Ing. Wichert, Wirkl. Geheimer Rat, Exzellenz, Ministerial- und Oberbaudirektor (M.), Abteilungsvorsteher.

Verzeichnis der Inhaber der Medaille für hervorragende Verdienste um das vaterländische Bauwesen in künstlerischer oder wissenschaftlicher Beziehung.

Die Medaille für hervorragende Verdienste um das vaterländische Bauwesen in künstlerischer oder wissenschaftlicher Beziehung,

(s. Zentralblatt der Bauverwaltung 1883, S. 19 und 207), haben bisher erhalten, und zwar:

Die Goldene Medaille:

Dr. Hagen, Oberlandesbaudirektor, Wirklicher Geheimer Rat, Mitglied der Akademie der Wissenschaften und der Akademie des Bauwesens, in Berlin († am 3. Februar 1884).

Schwedler, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin († am 9. Juni 1894).

Dr.-Ing. Franzius, Oberbaudirektor in Bremen, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin († am 23. Juni 1903).

Hase, Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule in Hannover, Mitglied der Akademie der Künste und der Akademie des Bauwesens, in Berlin († am 28. März 1902).

Dresel, Geh. Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentl. Arbeiten, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin († am 5. November 1905).

Dr.-Ing. Müller-Breslau, Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule, Mitglied des Herrenhauses, der Akademie der Wissenschaften und der Akademie des Bauwesens, in Berlin.

Dr.-Ing. Dr. Zimmermann, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Mitglied der Akademie der Wissenschaften und der Akademie des Bauwesens, in Berlin.

Dr.-Ing. Ende, Geheimer Regierungsrat, Professor, Mitglied der Akademie der Künste und der Akademie des Bauwesens, in Berlin († am 10. Aug. 1907).

Dr.-Ing. Dr. theol. Adler, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Professor, Mitglied der Akademie der Künste und der Akademie des Bauwesens, in Berlin († am 15. September 1908).

Dr.-Ing. Dr. Sarrazin, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentl. Arbeiten, in Berlin.

Dr.-Ing. March, Geheimer Baurat, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin († am 1. April 1913).

Hoßfeld, Geheimer Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Mitglied der Akademie des Bauwesens und der Akademie der Künste, in Berlin († am 15. Oktober 1915).

Die Silberne Medaille:

Dr.-Ing. Ende, Geheimer Regierungsrat, Professor, Mitglied der Akademie der Künste u. der Akademie des Bauwesens, in Berlin († am 10. August 1907).

Dr.-Ing. Wöhler, Kaiserlicher Geheimer Regierungsrat, in Hannover, Mitglied der Akademie des Bauwesens in Berlin († am 21. März 1914).

Jacobsthal, Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule, Mitglied der Akademie der Künste und der Akademie des Bauwesens, in Berlin († am 1. Januar 1902).

Dr. Winkler, Professor an der Technischen Hochschule, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin († am 27. August 1888).

Dr.-Ing. Fritsch, K. E. O., Professor, Architekt, in Berlin († am 4. September 1915).

Dr.-Ing. Dr. Zimmermann, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Mitglied der Akademie der Wissenschaften und der Akademie des Bauwesens, in Berlin.

Dr.-Ing. Dr. Steinbrecht, Geheimer Baurat, Regierungs- und Baurat, in Marienburg i. Westpr., Professor an der Technischen Hochschule in Danzig.

Dr.-Ing. Emmerich, Geheimer Baurat, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin.

Dr.-Ing. Dr. Seibt, Professor, Geheimer Regierungsrat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, in Berlin.

Dr.-Ing. Waldow, Geheimer Rat und Vortragender Rat, in Dresden.

Dr.-Ing. Mohr, Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule, in Dresden.

Dr.-Ing. Dr. Sarrazin, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentl. Arbeiten in Berlin.

Hoßfeld, Geheimer Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Mitglied der Akademie des Bauwesens und der Akademie der Künste, in Berlin († am 15. Oktober 1915).

Koch, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin.

Thoemer, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin.

Dr.-Ing. Sympher, Oberbau- und Ministerialdirektor, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin.

Kohn, Geheimer Baurat, Mitglied des Königl. Eisenbahn-Zentralamts, in Berlin.

Lochner, Geheimer Baurat († 31. Oktober 1908).

Dr.-Ing. March, Geheimer Baurat, in Charlottenburg, Mitglied der Akademie des Bauwesens († am 1. April 1913).

Dr.-Ing. Blum, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin.

Dr.-Ing. Schwieger, Geheimer Baurat, Direktor der Siemens und Halske-Aktiengesellschaft und der Siemens-Schuckert-Werke, in Berlin († 16. September 1911).

Scholkmann, Geheimer Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, in Berlin († am 14. Mai 1909).

Wittfeld, Geheimer Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin.

Hamel, Oberbaurat, Oderstrombaudirektor, in Breslau († 19. Juni 1911).

Hermann, Oberbaurat, Technischer Dirigent der Kanalbaudirektion in Essen.

Borrmann, Geheimer Baurat, Mitglied der Akademie des Bauwesens, Professor an der Technischen Hochschule in Berlin.

Labes, Geh. Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentl. Arb., Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin.

Garbe, Geheimer Baurat, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts in Berlin.

Suadicani, Geheimer Baurat, Mitglied der Regierung in Schleswig.

Bräuning, Geheimer Baurat, Vorstand des Eisenbahnbetriebsamts in Köslin.

Herr, Geheimer Baurat, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts in Berlin.

Rüdell, Geh. Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin.

Mühlke, Geheimer Baurat bei der Ministerialbaukommission in Berlin.

Dr.-Ing. Keller, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Mitglied der Akademie des Bauwesens, in Berlin.

Suadicani, Ober- und Geh. Baurat, Mitglied der Akademie des Bauwesens, Mitglied der Eisenbahndirektion in Berlin.

Köhler, Ober- und Geheimer Baurat, Mitglied der Eisenbahndirektion in Essen (Ruhr).

Körte, Geheimer Oberbaurat, Vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten († am 8. Mai 1914).

Schumacher, Geheimer Baurat, Vorstand des Werkstättenamts in Potsdam.

Verzeichnis der Inhaber der Medaille der Akademie des Bauwesens.

Die Medaille der Akademie des Bauwesens (s. Zentralblatt der Bauverwaltung 1909, S. 171) haben bisher erhalten:

Dr.-Ing. Schmieden, Geheimer Baurat in Berlin († am 7. September 1913).

Dr.-Ing. Schwieger, Geheimer Baurat in Berlin († 16. September 1911).

Persius, Wirklicher Geheimer Oberregierungsrat in Berlin († 12. Dezember 1912).

Dr.-Ing. Schmidt, Zivilingenieur in Wilhelmshöhe bei Cassel.

Dr. Dörpfeld, Professor, erster Sekretär des Kaiserlich deutschen archäologischen Instituts in Athen.

Dr.-Ing. Gerber († 3. Januar 1912), Oberbaurat in München.

Dr.-Ing. Fritsch, K. E. O., Professor, Architekt, in Berlin († am 4. September 1915).

Dr.-Ing. Körting, E., in Hannover.

Dr. Licht, H., Prof., Geh. Baurat, in Leipzig.

Körte, W., Geheimer Oberbaurat, vortragender Rat im Ministerium der öffentl. Arbeiten, in Berlin († am 8. Mai 1914).

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.